

**IMPACTO DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN DEL CAMBIO  
CLIMÁTICO PARA LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL DE  
CUARTA GENERACIÓN EN COLOMBIA (CASO DE ESTUDIO:  
PROYECTO HONDA-PUERTO SALGAR-GIRARDOT)**

**NICOLÁS PEREZ NARVAEZ  
DIEGO NICOLÁS MONSALVE CASTELLANOS**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2021**

**IMPACTO DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN DEL CAMBIO  
CLIMÁTICO PARA LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL DE  
CUARTA GENERACIÓN EN COLOMBIA (CASO DE ESTUDIO:  
PROYECTO HONDA-PUERTO SALGAR-GIRARDOT)**

**NICOLÁS PEREZ NARVAEZ  
DIEGO NICOLÁS MONSALVE CASTELLANOS**

**Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil**

**ASESOR:  
CAMILO ALBERTO TORRES PARRA**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2021**



## Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#). [Advertencia](#).

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

**Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

**NOTA DE ACEPTACIÓN:**

---

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL PRESIDENTE DEL  
JURADO**

---

**FIRMA JURADO**

---

**FIRMA JURADO**

## DEDICATORIA

*“AGRADECEMOS A TODOS LOS INVOLUCRADOS QUE HICIERON POSIBLE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO DESDE SU INICIO HASTA SU FINAL. SUS DIFERENTES APORTES FUERON INDISPENSABLES PARA GUIARNOS EN EL ARDUO PROCESO QUE SE LLEVO A CABO”*

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
3. ANTECEDENTES Y LIMITACIONES .....	17
3.1. ANTECEDENTES .....	17
3.1.1. Contexto global.....	17
3.1.2. Contexto nacional.....	18
3.1.3. Historia ingeniería.....	19
3.1.4. Historia de la infraestructura vial en Colombia.....	20
3.2. LIMITACIONES .....	21
4. JUSTIFICACIÓN.....	23
5. OBJETIVOS .....	25
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	25
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
6. MARCO TEORICO .....	26
6.1. OBJETIVO DEL PNACC .....	27
6.2. ETAPAS DEL PNACC .....	27
6.2.1. Etapa 1: Preparación y planificación.....	28
6.2.2. Etapa 2: Gestión de información sobre cambio climático.....	29
6.2.3. Etapa 3: Identificación y priorización de medidas .....	31
6.2.4. Etapa 4: Diseño e implementación de medidas de adaptación .....	32
6.2.5. Etapa 5: Seguimiento y evaluación.....	34
6.3. COMUNICACIONES .....	35
6.3.1. Inventarios de GEI.....	35
6.4. SECTORES DE IMPACTO EN EL INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI.....	36
6.4.1. Energía.....	36
6.4.2. Procesos industriales y uso de productos (IPPU) .....	36
6.4.3. Agricultura, silvicultura y otros usos de tierra.....	36
6.4.4. Residuos .....	37
6.5. VÍAS 4G .....	37
6.6. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS SEGÚN LA RESOLUCIÓN 3288 DEL 2007 DEL INVIAS.....	38

6.7. PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL.....	39
7. MARCO CONCEPTUAL .....	40
7.1. CAMBIO CLIMÁTICO .....	40
7.1.1. Aumento de gases de efecto invernadero.....	40
7.1.2. La deforestación .....	41
7.1.3. Destrucción de ecosistemas marinos .....	41
7.1.4. Industrialización.....	41
7.2. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....	42
7.3. CAMBIO CLIMÁTICO Y CONTEXTO SOCIAL .....	43
7.4. ORGANIZACIONES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	44
7.5. INFRAESTRUCTURA .....	46
7.5.1. Infraestructura urbana .....	46
7.5.2. Infraestructura económica .....	47
7.5.3. Infraestructura militar .....	48
7.5.4. Infraestructura de redes.....	49
8. MARCO JURÍDICO .....	49
8.1. PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	49
8.2. LA LEY 1450 DE 2011.....	50
8.3. LEY NO. 1931, DEL 27 DE JULIO DE 2018 .....	50
9. MARCO GEOGRÁFICO .....	52
10. MARCO DEMOGRÁFICO.....	62
11. ESTADO DEL ARTE.....	66
12. METODOLOGÍA .....	73
13. CRONOGRAMA .....	77
14. PRESUPUESTO.....	78
15. ESTADO ACTUAL DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (PNACC) EN COLOMBIA .....	78
15.1. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	79
15.1.1. Metodología del estudio .....	79
15.2. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO .....	81
15.3. ACCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	82
15.4. COMPARACIÓN DEL PNACC CON EL DE OTROS PAÍSES DE LA ZONA..	83

16. IDENTIFICACIÓN EL ESTADO ACTUAL DE LA OBRA DE INFRAESTRUCTURA VIAL DE CUARTA GENERACIÓN EN COLOMBIA (CASO DE ESTUDIO: PROYECTO HONDA - PUERTO SALGAR - GIRARDOT).	89
17. DETERMINAR CÓMO SE INTEGRAN LAS ACCIONES DEL PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PROYECTO HONDA - PUERTO SALGAR - GIRARDOT.	96
18. RESULTADOS Y ANÁLISIS	97
18.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PERCEPCIÓN	97
18.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS INVENTARIOS DE GEI POR DEPARTAMENTO Y SECTOR	106
18.3. ACCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN CONTEMPLADOS EN EL PNACC	117
18.3.1. Acciones de mitigación de GEI en la construcción sostenible	117
18.3.2. Acciones de mitigación de GEI en el desarrollo urbano y territorio sostenible	117
18.3.3. Acciones de mitigación de GEI en la gestión de residuos sólidos	118
18.3.4. Acciones de mitigación de GEI en el tratamiento de aguas residuales.	119
18.4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA COMPARACIÓN DEL PNACC CON EL DE OTROS PAISES DE LA ZONA	120
18.4.1. Comportamiento de las emisiones de GEI a través del tiempo para Colombia y Chile	121
18.5. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA	128
18.6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROCESOS CONSTRUCTIVO	131
18.6.1. Programas de manejo ambiental	132
19. CONCLUSIONES	134
20. RECOMENDACIONES	137
21. BIBLIOGRAFÍA	139
22. ANEXOS	146
22.1. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE EMISIONES DE GEI	146
22.2. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVO	147
22.3. PROGRAMAS Y PROYECTOS DE MANEJO AMBIENTAL	150
22.3.1. Desarrollo y Aplicación de la Gestión Ambiental.	150
22.3.2. Programa Actividades Constructivas	153



22.3.3.	Programa Gestión Hídrica.....	155
22.3.4.	Programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos .....	157
22.3.5.	Programa Manejo de Instalaciones Temporales, de Maquinaria y Equipos .....	159
22.3.6.	Programas de Gestión Social.....	161

## LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1. Infraestructura Urbana-----	47
Figura No. 2 Infraestructura económica-----	47
Figura No. 3. Infraestructura militar -----	48
Figura No. 4. Infraestructura de redes-----	49
Figura No. 5. Elementos que integran el riesgo del cambio climático -----	55
Figura No. 6. Calentamiento global -----	66
Figura No. 7. Concepto de resiliencia en la ciudad-----	69
Figura No. 8. Impacto de eventos naturales -----	70
Figura No. 9. Mapa mental (Objetivo 1) -----	74
Figura No. 10. Mapa mental (Objetivo 2) -----	75
Figura No. 11. Mapa mental (Objetivo 3) -----	76
Figura No. 12. Convenciones de la gráfica de emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 - Modulo de Energía en Colombia (Gg de CO2 EQ)-----	122
Figura No. 13. Convenciones de la gráfica de emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 (Colombia) - Modulo de IPPU (Gg de CO2 EQ) -----	124
Figura No. 14. Convenciones de la gráfica de emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 (Colombia) - Modulo de Residuos (Gg de CO2 EQ)-----	126

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales características de la cuarta generación de concesiones viales-----	38
Tabla 2. Características aproximadas de los tramos actuales (año 2012) -----	60
Tabla 3. Sectorización preliminar: Características generales de las unidades funcionales del proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot -----	60
Tabla 4. Distribución de hogares registrados por tipo de evento-----	63
Tabla 5. Peajes nuevos (preliminar sujeto a cambios) -----	65
Tabla 6. Cronograma -----	77
Tabla 7. Presupuesto del proyecto-----	78
Tabla 8. Ficha técnica de la encuesta nacional de percepción sobre cambio climático---	80
Tabla 9. Subsectores de la energía -----	85
Tabla 10. Subcategorías detalladas del subsector de las industrias manufactureras y de la construcción, de la clasificación industrial internacional uniforme (ISIC) -----	86
Tabla 11. Subsectores de los procesos industriales y uso de productos -----	87
Tabla 12. Materia prima de la industria de los metales-----	88
Tabla 13. Subsectores de los Residuos-----	88
Tabla 14. Censo DANE 2005 -----	89
Tabla 15. Características Geométricas y técnicas de la UF1 Flandes - Girardot -----	90
Tabla 16. Características Geométricas y técnicas de la UF2 Girardot – Guataquí -----	91
Tabla 17. Características Geométricas y técnicas de la UF3 Guataquí - Cambao -----	92
Tabla 18. Características Geométricas y técnicas de la UF4 Cambao – Puerto Bogotá--	93

Tabla 19. Características Geométricas y técnicas de la UF5 Puerto Bogotá– intersección puente -----	94
Tabla 20. Características Geométricas y técnicas de la UF6 Honda – La Dorada – El Korán -----	95
Tabla 21. Programas de manejo ambiental -----	133
Tabla 22. Listado de posibles temas de capacitación -----	151
Tabla 23. Tipos de permisos más comunes requeridos para el funcionamiento de un proyecto vial -----	152
Tabla 24. Documentos requeridos para licencia de explotación -----	154
Tabla 25. Tipos, características y alternativas de reducción de los residuos sólidos generados durante las actividades constructivas -----	155

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Impactos fenómeno “La niña” 2010-2011 en Colombia -----	53
Mapa 2. Riesgo por cambio climático por municipios en Colombia -----	54
Mapa 3. Capacidad adaptativa al Cambio Climático por departamento en Colombia -----	56
Mapa 4. Concesiones actuales y nuevas en Colombia -----	58
Mapa 5. Localización general del Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot -----	59
Mapa 6. Sectorización preliminar: Localización generales de las unidades funcionales del proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot -----	61

## LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Acciones asociadas con la adaptación al cambio climático 2011 - 2015 por departamentos en Colombia -----	57
Grafica 2. Intensidad de la afectación en porcentaje de la población afectada de la población total del departamento -----	64
Grafica 3. Ahorro en tiempos de viaje -----	64
Grafica 4. Ahorro en costo de operación -----	65
Grafica 5. Porcentaje de encuestados según zona y estrato -----	81
Grafica 6. Proyecciones del PIB para América Latina según el Banco Mundial -----	84
Grafica 7. Nivel de información de los encuestados sobre el cambio climático a nivel nacional y por regiones -----	97
Grafica 8. Medios por los que se obtuvo información sobre cambio climático a nivel nacional y por regiones -----	98
Grafica 9. Percepción sobre la cantidad de lluvia (precipitaciones) desde el año 2011, por zona -----	99
Grafica 10. Aspectos en los que el cambio climático amenaza mucho su ciudad/municipio por regiones colombianas -----	100
Grafica 11. Causas del cambio climático de acuerdo con la percepción de los encuestados por regiones -----	101

Grafica 12. Causas del cambio climático de acuerdo con la percepción de los encuestados por regiones-----	102
Grafica 13. Situaciones relacionadas con el cambio climático a nivel nacional a partir de la percepción de los encuestados -----	103
Grafica 14. Visibilidad de las diferentes organizaciones que trabajan en torno al cambio climático-----	104
Grafica 15. Acciones para adaptarse al cambio climático a nivel nacional y por regiones -----	105
Grafica 16. Emisiones totales por departamento -----	107
Grafica 17. Absorciones totales por departamento-----	108
Grafica 18. Emisiones y absorciones por departamento del sector industrias manufactureras -----	109
Grafica 19. Emisiones y absorciones por departamento del sector transporte -----	110
Grafica 20. Emisiones y absorciones por departamento del sector agropecuario -----	111
Grafica 21. Emisiones y absorciones por departamento del sector forestal-----	112
Grafica 22. Emisiones y absorciones por departamento del sector minas y energía -----	113
Grafica 23. Emisiones y absorciones por departamento del sector saneamiento -----	114
Grafica 24. Emisiones y absorciones por departamento del sector residencial -----	115
Grafica 25. Emisiones y absorciones por departamento del sector comercial-----	116
Grafica 26. Emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 - Modulo de Energía en Colombia (Gg de CO2 EQ)-----	122
Grafica 27. Emisiones de GEI por subcategoría en el sector de la energía, serie 1990-2016 en Chile -----	123
Grafica 28. Emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 - Modulo de IPPU en Colombia (Gg de CO2 EQ) -----	124
Grafica 29. Emisiones de GEI por subcategoría en el sector IPPU, serie 1990-2016 en Chile -----	125
Grafica 30. Emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 - Modulo de Residuos en Colombia (Gg de CO2 EQ)-----	126
Grafica 31. Emisiones de GEI por subcategoría en el sector Residuos, serie 1990-2016 en Chile -----	127

## 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático, es una problemática que ha afectado a todas las regiones del país debido a los fenómenos que se presentan a causa del aumento de la temperatura promedio de la tierra. La Tercera Comunicación Nacional Del Cambio Climático De Colombia, proyecta un aumento de la temperatura del 0.9% del país para el año 2040. Así mismo, en la región andina se espera un aumento en las precipitaciones entre el 10% y el 40%, y en el norte del país se espera una disminución de esta.<sup>1</sup>

Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), establece con un 95% de certeza que las actividades antropogénicas son actualmente la razón principal del calentamiento global. Dentro de estas actividades, se encuentran los procesos constructivos involucrados en la generación de infraestructura vial, siendo estas fuentes considerables en la emisión de GEI (Gases de efecto invernadero). Por lo anterior, es necesario identificar el impacto que tiene el Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático en una vía de cuarta generación como lo es el proyecto Honda - Puerto Salgar Girardot.<sup>2</sup>

De acuerdo con esta problemática y con base en la metodología cuantitativa se realizaron procesos donde se logró identificar indicadores y variables relacionados al cambio climático, su implicación en el proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot y las medidas que se involucran en la adaptación de los impactos ambientales generados por los procesos constructivos. Para esto se estableció un enfoque de diseño no experimental mediante una investigación transeccional y longitudinal y transeccional descriptiva. De esta forma se validó que el Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot contempla las actividades expuestas en la guía de Especificaciones Generales De Construcción De Carreteras.

Con base en lo anterior se pudo establecer que en los departamentos del Huila, Caldas, Vichada y Risaralda hay más absorciones que emisiones generadas, lo cual es una situación considerable, debido a que las absorciones no son lo suficientemente altas para contrarrestar tales emisiones de GEI. Además, se identificaron los impactos ambientales de cada proceso constructivo en cada etapa siendo estas las actividades previas, constructivas y de cierre y abandono. Por otro lado, se identificaron los aspectos e impactos ambientales, y los programas de manejo ambiental para cada impacto generado por las actividades constructivas.

---

<sup>1</sup> INVIAS. (Noviembre de 2015). La red vial primaria de Colombia frente al cambio climático. Estudio de riesgo climático para la red vial primaria de Colombia a nivel nacional. Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup> Martínez, R. Q. (2017). Indicadores de Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un principio, el cambio climático era un proceso natural que tenía la tierra, en el cual, aumentaba o disminuía su temperatura en diferentes ciclos, necesitando millones de años para ese proceso. Desde el momento en que el ser humano empezó a intervenir directamente con procesos industriales para su supervivencia, las actividades humanas han influido de manera negativa en los ciclos naturales de la tierra, generando efectos adversos y consecuencias desastrosas para el planeta. Tales actividades, son las causantes del efecto invernadero y el calentamiento global, que a su vez contribuyen en aspectos negativos en los sistemas biológicos y humanos de la tierra.

En teoría, el efecto invernadero tiene una función vital en los procesos naturales de la tierra, ya que esta permite al planeta conservar las condiciones esenciales para albergar vida. El problema radica en las acciones del ser humano que provocan la emisión de gases de efecto invernadero, los cuales provocan que la atmósfera retenga calor y aumente su temperatura, generando una de las problemáticas que más afecta la vida en la tierra como lo es el calentamiento global, que no solo es provocado por la emisión de gases, sino también tiene como causas principales la deforestación de bosques y la destrucción de vida marina.

El calentamiento global trae consecuencias catastróficas en el planeta, tales como, el derretimiento de los polos, mareas más altas, cambios en los ecosistemas, desertificación, extinción de animales, fenómenos meteorológicos extremos, etc. Debido a los diferentes aspectos negativos que genera el cambio climático, diversas instituciones a nivel internacional han desarrollado metodologías y acuerdos para mitigar esta problemática.<sup>3</sup>

Lo expuesto anteriormente ha afectado tanto a los países desarrollados como a los países en vía de desarrollo, dentro de los cuales se encuentra Colombia, el cual no es un país que contribuya de manera considerable al impacto negativo en el cambio climático; sin embargo, es uno de los países que más ha sido afectado por la problemática.<sup>4</sup> Colombia ha sido afectado en diferentes sectores del territorio teniendo como consecuencia aspectos negativos debido al cambio climático y a causa de la deforestación, que es una de las actividades que más impacto ambiental tiene en el país. También han existido fenómenos como lo es el caso del fenómeno del niño y la niña, que afectan de manera negativa los ecosistemas y las poblaciones aledañas en zonas susceptibles a inundaciones y deslizamientos.<sup>5</sup> Todas estas consecuencias, no solo corresponden a daños ambientales, sino también a daños socio económicos que intervienen en el desarrollo del país.

<sup>3</sup> Acciona. (2016). *¿Qué es el cambio climático?* Recuperado de <https://www.accion.com/es/cambio-climatico/>

<sup>4</sup> Arboleda, U. S. (s.f.). Cambio Climático Afecta A Colombia. Recuperado de <https://www.usergioarboleda.edu.co/medio-ambiente/cambio-climatico-afecta-a-colombia/>

<sup>5</sup> SIAC. (s.f.). Fenómenos de niño y la niña. Recuperado de <http://www.siac.gov.co/ninoynina>

De acuerdo con varios acuerdos internacionales, Colombia ha adoptado medidas para afrontar la problemática del cambio climático mediante diferentes planes y estrategias dentro de las cuales se encuentra el Plan Nacional de Adaptación al cambio climático (PNACC), que tiene como objetivo principal reducir el riesgo en las poblaciones y ecosistemas colombianos a los impactos del cambio climático.

En virtud de lo anterior, la infraestructura se ha visto afectada por todos los efectos producidos por el cambio climático. Cabe decir que la infraestructura es una parte importante en el desarrollo económico de países en vía de desarrollo. Desde hace siglos los ingenieros han sido uno de los pilares fundamentales en el desarrollo de la humanidad ya que, gracias a ellos se han podido “desarrollar” los países por sus aplicaciones en la creación de infraestructura.<sup>6</sup>

Uno de los tipos de infraestructura que mayor impacto generan en el desarrollo económico de un país, es la infraestructura vial, ya que esta ayuda a dinamizar diversos sectores de la economía, incrementando el transporte de carga y de pasajeros, conectando diferentes puntos de gran importancia dentro de un país. La importancia de la malla vial se ve reflejada en el crecimiento económico que pueden llegar a tener países en vía de desarrollo.

En Colombia, las vías 4G, llamadas también Vías De Cuarta Generación De Concesiones Viales De Colombia, es un proyecto de infraestructura vial, el cual propone la construcción de más de 8000 km de carretera, las cuales tienen como objetivo conectar al país en materia de comercio y transporte para incentivar la competitividad del país, y con ello tener un mayor impacto económico dentro del mismo.<sup>7</sup>

Una de las vías 4G que se han construido en Colombia, corresponde al proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot el cual cuenta con 190 km de carretera aproximadamente y con una inversión de más de \$1.95 billones. Esta vía es una de las más importantes de Colombia, ya que atraviesa los departamentos de Tolima, Caldas y Cundinamarca, lugares de gran importancia para el comercio Nacional beneficiando a gran cantidad de personas.<sup>8</sup>

A medida que avanza la historia, la ingeniería ha ido evolucionando y con ella el mundo ha empezado a conectarse, de tal manera que las ciudades y las actividades

---

<sup>6</sup> Peña, O. (s.f.). Línea del tiempo Evolución de la ingeniería civil. Recuperado de <https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-evolucion-de-la-ingenieria-civil>

<sup>7</sup> KienyKe. (2019). Las arterias de Colombia. (Contenidos digitales K) Recuperado de <https://www.kienyke.com/historias/las-arterias-de-colombia>

<sup>8</sup> ANI. (10 de Julio de 2020). GOBIERNO NACIONAL ENTREGA PRIMERA AUTOPISTA 4G: GIRARDOT-HONDA-PUERTO SALGAR. (ANI) Recuperado de <https://www.ani.gov.co/gobierno-nacional-entrega-primera-autopista-4g-girardot-honda-puerto-salgar>

económicas han tenido a través de los años un crecimiento considerable; sin embargo, debido a malas prácticas constructivas surgen nuevos problemas que antes no habían sido tomados con la importancia que ameritan. Estas prácticas constructivas han tenido un impacto ambiental constante a lo largo del tiempo, provocando efectos adversos en el cambio climático, generando consecuencias negativas como las ya mencionadas anteriormente.

Teniendo en cuenta que el cambio climático afecta de manera directa la durabilidad y funcionalidad de la malla vial y considerando el impacto ambiental de las diferentes actividades constructivas dispuestas para la realización de este tipo de obras, surge la necesidad de crear planes de mitigación que permitan continuar con sus actividades habituales implementando prácticas que generen el mínimo impacto ambiental posible. Estas medidas se establecen en el Plan nacional de adaptación al cambio climático. Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta:

**¿Cuál es el impacto del Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático en obras de infraestructura vial de cuarta generación: caso de estudio: proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot?**



### 3. ANTECEDENTES Y LIMITACIONES

#### 3.1. ANTECEDENTES

##### 3.1.1. Contexto global

El cambio climático ha sido una de las mayores problemáticas a las que se ha enfrentado el mundo. Durante el último siglo se han venido desarrollando diferentes estudios que han demostrado el impacto de la variabilidad climática y sus consecuencias a corto y largo plazo. Hace más de dos décadas se han venido realizando estudios acerca de esta problemática, los cuales han demostrado que el ritmo de las variaciones del mismo se ha acelerado. A causa de las crecientes actividades humanas en materia de industrialización en diferentes sectores, ha aumentado el calentamiento global y las emisiones de gases de efecto invernadero.<sup>9</sup>

A partir de esta problemática, en el año 1972, las Naciones Unidas empezaron a plantear las problemáticas asociadas al medio ambiente; sin embargo, no se logró un avance significativo.<sup>10</sup> Entre el año 1972 y 1992, se organizaron diferentes conferencias a cargo de las Naciones Unidas para discutir la problemática y no fue hasta el año 1992, cuando se realizó la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, el cual tenía como objetivo buscar y plantear alternativas para abordar la compleja problemática del cambio climático.<sup>11</sup>

En el año 1995 se realizaron diferentes discusiones para fortalecer lo establecido en la convención Marco de la Naciones Unidas sobre el cambio climático. Luego, en el año 1997 se adaptó el protocolo de Kyoto donde 83 países firmaron y 46 lo ratificaron. El objetivo del protocolo de Kyoto se divide en anexos y obliga a los países desarrollados, que están vinculados a la convención, a adoptar medidas frente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. El protocolo se dividió en dos periodos, el primero tuvo vigor entre los años 2008 y 2012, y el segundo periodo empezó en 2013 y finalizó en el año 2020.<sup>12</sup>

En la 21<sup>a</sup> conferencia de París realizada el 12 de diciembre de 2015, tuvo lugar el acuerdo de París que tenía como objetivo combatir el cambio climático por parte de los países involucrados en la convención marco de las Naciones Unidas, esta vez

---

<sup>9</sup> Ambiente, M. d. (Julio de 2011). Plan Nacional De Adaptación Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan\\_nacional\\_de\\_adaptacion/Proyecto\\_nacional\\_de\\_adaptacion\\_al\\_cambio\\_climatico\\_INAP.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/Proyecto_nacional_de_adaptacion_al_cambio_climatico_INAP.pdf)

<sup>10</sup> Unidas, D. d. (s.f.). Cumbre para la tierra. Recuperado de <https://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>

<sup>11</sup> UNFCCC. (1992). CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CÁMBIO CLIMÁTICO. (NACIONES UNIDAS) Recuperado de [https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf)

<sup>12</sup> UNFCCC. (2020). What is the Kyoto Protocol? (United Nations) Recuperado de [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)

con miras hacia el desarrollo sostenible de los países sin dejar de lado el objetivo de mitigar la amenaza del cambio climático. Su objetivo central radica en reducir el aumento de la temperatura mundial por debajo de 2° centígrados y realizar esfuerzos para limitar el aumento a 1.5°C. También busca aumentar el número de países que se unan al acuerdo y lograr que cada país desarrolle y establezca sus propios planes de adaptación al cambio climático en el que se presenten sus problemáticas actuales y su manera de abordarlas.<sup>13</sup>

### 3.1.2. Contexto nacional

Las acciones del gobierno colombiano frente al cambio climático se remontan en los años 90 donde Colombia aprobó la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Su participación implicó el cumplimiento de los compromisos frente a la problemática, sin dejar de lado los principales objetivos nacionales del país. Luego, en el año 2000, Colombia también se vio implicado en el protocolo de Kyoto, donde lo aprobó mediante la ley 629 de 2000.<sup>14</sup> Posteriormente, en el año 2001, el país presentó la primera comunicación nacional sobre el cambio climático ante la convención marco de las naciones unidas, la cual fue publicada por el IDEAM, en la cual, se abordaron los diferentes estudios y lineamientos frente a la problemática climática generada en diferentes sectores económicos (Agrícola, transporte, energía, residuos, salud, entre otros).<sup>15</sup>

Luego, entre los años 2002 al 2005, diferentes entidades gubernamentales establecieron las principales estrategias para abordar las problemáticas referentes al cambio climático. Además, en ese último año se estableció la Oficina Colombiana para la mitigación del cambio climático teniendo como objetivo impulsar proyectos que sean económicamente competitivos y que tengan grandes reducciones en las emisiones de carbono.

Después, entre los años 2005 y 2010, se realizaron algunos decretos y resoluciones con el fin de abordar y avanzar en las medidas establecidas en la Convención Marco de las Naciones Unidas enfocadas a mitigar el cambio climático a nivel nacional.<sup>14</sup>

Finalmente, en el año 2010 se plantea el Plan Nacional De Desarrollo “*Prosperidad para todos*” 2010 – 2014, el cual tiene como objetivo abordar y resolver las necesidades fundamentales de la Nación. Este posee 8 pilares: Convergencia y desarrollo regional, crecimiento y competitividad, igualdad de oportunidades,

<sup>13</sup> UNFCCC. (2020). ¿Qué es el acuerdo de París? (United Nations) Recuperado de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>

<sup>14</sup> ambiente, M. d. (s.f.). Historia de Colombia frente al cambio climático. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/historia-de-colombia-frente-al-cambio-climatico>

<sup>15</sup> UNFCCC. (13 de Diciembre de 2001). COLOMBIA PRIMERA COMUNICACIÓN NACIONAL ANTE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. (IDEAM) Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/natc/colnc1.pdf>

<sup>12</sup> UNFCCC. (2020). What is the Kyoto Protocol? (United Nations) Recuperado de [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)

consolidación de la paz, innovación, **sostenibilidad ambiental**, buen gobierno y relevancia internacional. El plan Nacional de desarrollo planteó 4 estrategias para abordar de manera integral la problemática del cambio climático dentro de las cuales se encuentra la implementación del **Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático (PNACC)**.<sup>16</sup>

### 3.1.3. Historia ingeniería

La historia de la ingeniería se remonta en tiempos donde el hombre en su necesidad de supervivencia tuvo que pasar de ser un nómada a establecerse en un lugar o asentamientos cercanos a cuerpos de agua, lo cual permitía la realización de actividades agrícolas para producir alimentos y ser autosuficiente.<sup>6</sup>

Por otro lado, había diferentes conflictos entre civilizaciones ya asentadas, lo cual era un punto de inflexión para que el hombre implementara la construcción de muros y fortalezas para resguardarse no solo de ataque enemigos, sino también de la intemperie. Dentro de las antiguas ciudades asentadas en Egipto, Babilonia, Roma o Grecia, las civilizaciones fueron precursoras del ingenio y las diferentes formas para construir edificaciones que sustentaban sus necesidades. Cada ciudad utilizaba diversos materiales y formas de construir, las cuales pasaron de generación en generación hasta nuestros días.<sup>17</sup>

Cada cultura influyó de manera diferente en el desarrollo de la ingeniería, como por ejemplo la cultura egipcia, donde predominaba la construcción de diques, canales y sistemas de riego para abastecer a la población. También contaban con grandes obras arquitectónicas como lo eran sus pirámides, las cuales son una muestra de la gran capacidad organizativa del hombre para llevar a cabo proyectos a gran escala.<sup>18</sup>

Otra cultura influyente fueron los Romanos, quienes ya tenían un desarrollo de ingeniería bastante evolucionado, por lo que empezaron a perfeccionar sus prácticas en sistemas de acueducto, edificios, vías, puentes, entre otros. Pronto se dieron cuenta que a medida que construían sus infraestructuras con mayor grado de detalle, eran menos susceptibles a daños, lo cual fue crucial para emprender la

---

<sup>16</sup> DNP. (s.f.). Plan Nacional De Desarrollo 2010-2014. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Resumen%20Ejecutivo%20Ultima%20Version.pdf>

<sup>6</sup> Peña, O. (s.f.). Línea del tiempo Evolución de la ingeniería civil. Recuperado de <https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-evolucion-de-la-ingenieria-civil>

<sup>17</sup> Civilmas. (s.f.). Historia, Origen y Evolución de la Ingeniería Civil. Recuperado de <https://civilmas.net/ingenieria-civil/historia-de-ingenieria-civil/>

<sup>18</sup> Dávila, C. (7 de Enero de 2016). La Ingeniería en el antiguo Egipto. Recuperado de <https://www.carrillodavila.com/la-ingenieria-en-el-antiguo-egipto/>

expansión de su territorio y así convertirse en uno de los imperios más grandes que haya tenido la humanidad.<sup>19</sup>

### **3.1.4. Historia de la infraestructura vial en Colombia**

La infraestructura vial ha sido uno de los principales pilares de la economía mundial, ya que gracias a ella se ha podido conectar el territorio nacional contribuyendo con el transporte de carga y personas de forma masiva. Está a su vez ha permitido no solo la conexión de territorios dentro del régimen nacional, sino también, con otros países, lo cual ha fomentado el comercio internacional y cultural.

En Colombia, la infraestructura vial ha estado presente en el territorio de forma limitada, hasta que en la década de los 90 se planteó un proyecto innovador relacionado a la integración de vías de primera generación, el cual introdujo las primeras autovías en las principales ciudades del país junto con la implementación masiva de túneles, variantes y viaductos, los cuales han sido reforzados, rehabilitados y mejorados a lo largo del tiempo.

En las vías de segunda generación se contó únicamente con un proyecto, el cual fue el desarrollo de la malla vial del Valle del Cauca y el Cauca. Dicho proyecto se vio perjudicado debido a problemas relacionados al conflicto armado y crisis económicas, las cuales generaron varias pausas en el desarrollo del proyecto.

Las vías de tercera generación surgieron entre el año 2002 al 2010, donde se formaron gran parte de las concesiones que están hoy en día para construir y operar vías, las cuales impulsaron no sólo el desarrollo vial, sino también, la competitividad del país en el ámbito internacional.

En vista del progreso que produjo la implementación y desarrollo de las vías de tercera generación, se empezó a desarrollar el proyecto de vías de cuarta generación, el cual impactará en la economía del país mediante la construcción de carreteras, puentes, túneles y viaductos que optimizarán los tiempos de desplazamiento hacia puertos y centros de producción, disminuyendo los costos de operación vial, reduciendo el consumo de combustible y a su vez reduciendo el impacto ambiental asociado a la emisión de dióxido de carbono.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> Parra, J. M. (13 de Septiembre de 2017). Seis claves sobre la importancia de los ingenieros romanos. (La Vanguardia) Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/historiayvida/historia-antigua/20170905/47311238517/6-claves-sobre-la-importancia-de-los-ingenieros-romanos.html>

<sup>20</sup> VIX. (s.f.). ¿Qué son las vías 4G que se están construyendo en Colombia? (LA PINTADA) Recuperado de <https://www.vix.com/es/mundo/205289/que-son-las-vias-4g-que-se-estan-construyendo-en-colombia>

### 3.2. LIMITACIONES

Existe una gran diferencia en el cumplimiento de las medidas y la cultura ciudadana entre países desarrollados y en vía de desarrollo para mitigar el impacto del cambio climático. Se debe tener en cuenta que la variabilidad del cambio climático afecta de manera directa los aspectos socioeconómicos de un país ya que el comportamiento del clima repercute en diferentes aspectos que pueden llegar a potenciar o no el desarrollo económico. Esto dependerá de cómo se afronte la problemática.<sup>21</sup>

En Colombia, las consecuencias del cambio climático se ven reflejadas en los diferentes ecosistemas, biodiversidad y los sectores productivos (Agrícolas), los cuales generan pérdidas económicas a nivel nacional. Esto implica una limitación en el desarrollo económico del país. El cambio climático también ha afectado al sector de la población de bajos recursos, ya que las malas prácticas de construcción en zonas de mayor riesgo son vulnerables a derrumbes, deslizamientos e inundaciones. También conlleva al riesgo de enfermedades y la afectación en los precios de la actividad agrícola. Es necesario tener las estrategias necesarias para abordar la problemática, ya que una amenaza climática que se materializa en un evento conlleva un riesgo que podría llevar a impactos socioeconómicos.<sup>22</sup>

Una de las actividades humanas que más contribuye al cambio climático son las prácticas constructivas, que a su vez son afectadas por las consecuencias negativas de los climas extremos que son generados por las emisiones de gases de efecto invernadero. Muchos de estos cambios bruscos en el clima, desgastan las estructuras y disminuyen su funcionalidad y vida útil.<sup>23</sup>

La infraestructura vial en Colombia es una de las más importantes, ya que es parte fundamental del transporte con fines comerciales y movilización de personas, contribuyendo en gran parte a la economía nacional. En los últimos años el cambio climático ha ido aumentando de una manera considerable, siendo un punto de inflexión para que las empresas constructoras implementen nuevas estrategias para la adaptación y mitigación del cambio climático en la infraestructura vial. Lo anterior se debe a que los cambios climáticos extremos tienen efectos negativos en las diferentes estructuras de pavimento.

---

<sup>21</sup> Luis, E. R. (5 de Septiembre de 2017). Estos son los países con más posibilidades de sobrevivir al cambio climático. (urbantecno) Recuperado de <https://urbantecno.com/ciencia/paises-cambio-climatico>

<sup>22</sup> DNP. (2012). Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático. (Ministerio de ambiente) de [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan\\_nacional\\_de\\_adaptacion/1.\\_Plan\\_Nacional\\_de\\_Adaptaci%C3%B3n\\_al\\_Cambio\\_Clim%C3%A1tico.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/1._Plan_Nacional_de_Adaptaci%C3%B3n_al_Cambio_Clim%C3%A1tico.pdf)

<sup>23</sup> Cruz, N. (2011). Cambio climático y sus repercusiones en el diseño y vida útil de las infraestructuras civiles. (CEGESTI) Recuperado de [http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion\\_153\\_200611\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_153_200611_es.pdf)

El impacto climático se puede ver reflejado de diferentes maneras en la infraestructura vial, tal es el caso del fenómeno de la niña, el cual es una problemática que se ha caracterizado por la gran cantidad de precipitaciones durante largos periodos de tiempo. Este fenómeno es el causante de inundaciones y deslizamientos que pueden conllevar al desgaste y deterioro de la vía, generando un incremento de humedad en la estructura y diferentes fallas causadas por esta. Las bajas temperaturas y los grandes contenidos de agua pueden llegar a filtrarse en los pavimentos, congelándose y expandiéndose dentro de la estructura para después generar una falla interna del pavimento.

También está el caso de las altas temperaturas, las cuales pueden provocar expansiones térmicas en las juntas tanto de puentes como en pavimentos rígidos. Estos eventos de variabilidad climática, además de traer consecuencias en la estructura de pavimento, puede tener efectos negativos tanto sociales como económicos que afectan a los países desarrollados y en vía de desarrollo, debido a sus altos costos de mantenimiento y rehabilitación.<sup>24</sup>

Para llevar a cabo el proyecto, es necesario especificar los límites espaciales con el fin de ubicar al lector en el estudio en cuanto a su desarrollo. Es importante recalcar que el proyecto tiene como objetivo revisar las acciones del PNACC de Colombia en la vía Honda - Puerto Salgar – Girardot, y dado que este tipo de investigación es muy reciente, no se tiene mucha información respecto al tema. Debido a esto, solo se usarán documentos oficiales publicados por la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático y la ANI en la que involucren el proceso constructivo de la obra y sus posibles impactos.

---

<sup>24</sup> Calderon, K., & Sánchez, N. (s.f.). Cambio Climático y resiliencia en carreteras. (2019) Recuperado de [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2676/CIV\\_T030\\_70558967\\_T%20%20%20CACHI%20CALDERON%20KARLA%20SHELLY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2676/CIV_T030_70558967_T%20%20%20CACHI%20CALDERON%20KARLA%20SHELLY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

#### 4. JUSTIFICACIÓN

El efecto invernadero es un proceso natural que tiene el planeta, el cual permite albergar las condiciones necesarias para que pueda existir vida. Aunado a eso, la atmósfera está constituida por diferentes tipos de gases, los cuales cumplen adecuadamente su función en las condiciones ideales. El aumento de gases de efecto invernadero a lo largo de los años, es causado por las actividades humanas. La Revolución Industrial fue el punto en la historia donde el hombre instauró un nuevo modelo de producción y consumo donde se empezaron a realizar actividades a gran escala, las cuales han contribuido negativamente al impacto ambiental, provocando una mayor emisión de gases de efecto invernadero y una de las mayores problemáticas que se tienen hoy en día como lo es el calentamiento global.

El calentamiento global tiene diferentes consecuencias en los eventos climatológicos que afectan a diferentes sectores de la sociedad y principalmente a países en vía de desarrollo, debido a las pérdidas socioeconómicas en el que tienen gran impacto. Los países más desarrollados tienen mayor capacidad de recuperación ante estos eventos que los países en vía de desarrollo; sin embargo, el cambio climático es una problemática que afecta a toda la humanidad y se le debe prestar la debida atención.<sup>3</sup>

Durante los últimos años, se han realizado varias convenciones con el objetivo de encontrar medidas para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático. Una de las medidas fue la creación de planes de adaptación al cambio climático de cada país, enfocado y adaptado a sus necesidades puntuales para que cada actividad realizada por el hombre sea restringida y normalizada en un manual cuyo objetivo sea mitigar el impacto del cambio climático en el territorio.<sup>25</sup>

En Colombia, las actividades constructivas son una parte fundamental en el desarrollo del país. Muchas de las obras de Ingeniería civil, son principalmente afectadas por los eventos extremos del clima, que contribuyen negativamente en todos los aspectos de la infraestructura, tales como, diseño, funcionalidad, vida útil, resistencia, etc.... Todos estos aspectos, se traducen a pérdidas económicas que detienen el desarrollo del país.<sup>23</sup>

La infraestructura vial es una de las principales actividades que contribuyen al desarrollo del país, debido a que su construcción permite la conexión de diferentes puntos del país, donde el comercio y el transporte se ven beneficiados. Las vías de cuarta generación son tecnologías recientes, las cuales han sido innovadoras en

<sup>3</sup> Acciona. (2016). *¿Qué es el cambio climático?* Recuperado de <https://www.acciona.com/es/cambio-climatico/>

<sup>25</sup> Unidas, N. (s.f.). Cambio Climático. (UN) Recuperado de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>

<sup>23</sup> Cruz, N. (2011). Cambio climático y sus repercusiones en el diseño y vida útil de las infraestructuras civiles. (CEGESTI) Recuperado de [http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion\\_153\\_200611\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_153_200611_es.pdf)

cuanto a su construcción, implementación y adjudicación, permitiendo una mejor competitividad y crecimiento para el desarrollo del país.

Con este estudio se logrará identificar el estado de avance y revisar el impacto que tiene el Plan Nacional De Adaptación al cambio climático en el Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot, una vía de cuarta generación, la cual ha sido construida recientemente. Es importante reconocer los impactos climáticos que afectan a las obras de infraestructura vial en Colombia, ya que es una problemática que afecta de manera directa en la funcionalidad de estas. Además, es indispensable difundir las diferentes consecuencias que tiene el cambio climático y las estrategias que se deben adoptar para que más países que no han tomado las medidas necesarias, implementen estas medidas y metodologías con el fin de minimizar el impacto climático y su aplicación en materia de obras de infraestructura.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el impacto que tiene el Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático en obras de infraestructura vial de 4G: Caso de estudio Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- I.** Analizar el estado actual del PNACC en Colombia y compararlo con el de otros países de la zona.
- II.** Definir el estado actual de las obras de infraestructura vial de cuarta generación en Colombia (Caso de estudio: Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot).
- III.** Determinar cómo se integran las acciones del plan de adaptación al cambio climático en el Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot.

## 6. MARCO TEORICO

Teniendo en cuenta que el cambio climático ha sido una problemática creciente a lo largo de los años, debido no solo a los procesos naturales de la tierra, sino a la intervención directa del hombre, se vio necesaria la creación de diferentes planes y programas ambientales como es el caso de los Planes Nacionales de Adaptación Al Cambio Climático (PNACC). En este estudio se pretende realizar una revisión de las comunicaciones del PNACC de Colombia y su implicación directa en el Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot. Para esto, se debe tener en consideración los aspectos e impactos ambientales que se ven involucrados en el proyecto con el propósito de revisar los programas de manejo ambiental que se tienen presentes.

Para el desarrollo del primer objetivo, el cual hace referencia al estado actual del PNACC, se tendrán en cuenta las comunicaciones, las cuales tienen 3 pilares fundamentales que consisten en la mitigación, adaptación y educación del país respecto al tema.<sup>26</sup>

La segunda parte del objetivo consiste en la comparación del PNACC de Colombia con el de Chile y Paraguay. Esta tendrá en cuenta la actualización de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero, en términos de los sectores relacionados al ámbito de la Ingeniería Civil. Estos reportes se encuentran dentro de los informes bienales que tienen que presentar estos países asociados a la CMNUCC.

Para el segundo objetivo, se realizará una revisión del proceso constructivo del caso de estudio: Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot, debido a que esta etapa de la obra es donde hay mayor presencia y emisión de GEI. Se tendrá en cuenta el tramo UF1 Flandes - Girardot, el cual está localizado en los municipios de Girardot y Flandes en el departamento de Cundinamarca y Tolima. Por otra parte, los tramos restantes correspondientes a UF2, UF3, UF4, UF5 y UF6, se tendrá en cuenta las especificaciones técnicas, las cuales se encuentran dentro del PAGA de cada tramo. Lo anterior, debido a la disponibilidad de información de cada tramo.

En el caso del tercer objetivo, se comparará y evaluará las actividades definidas en el proceso constructivo del Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot con las actividades establecidas dentro de la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura del subsector vial. A partir de la comparación, se establecerán las actividades que están contempladas dentro del proceso constructivo en relación con la guía de manejo ambiental. Por otra parte, se revisaron las diferentes acciones y programas que se llevaron a cabo dentro de la obra para mitigar, prevenir y adaptar los impactos generados por las actividades constructivas.

---

<sup>26</sup> ambiente, M. d. (s.f.). Comunicaciones Nacionales De Cambio Climático. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/comunicaciones-nacionales-de-cambio-climatico>

## 6.1. OBJETIVO DEL PNACC

El objetivo principal del PNACC es generar una repercusión dentro de los procesos de planeación ambiental, territorial y sectorial a fin de que las decisiones tomadas dentro de los contextos anteriormente mencionados sean acordes a una información útil, determinante y con una proyección climatológica inequívoca, las cuales reduzcan considerablemente la vulnerabilidad de las poblaciones, ecosistemas y distintos sectores productivos al incrementar la capacidad para responder ante eventos climatológicos en términos sociales y económicos. De acuerdo con lo anterior, el PNACC servirá de guía para determinar los lineamientos y cumplir con el objetivo principal priorizando las acciones con miras a la adaptación e intervención de sectores para reducir el riesgo climático.<sup>22</sup>

## 6.2. ETAPAS DEL PNACC

Para la formulación del plan en los diferentes territorios de la nación, se deben involucrar diferentes actores, dentro de los cuales se encuentran las gobernaciones, municipios, distritos, autoridades ambientales, unidad de parques Nacionales Naturales de Colombia, Institutos de investigación, entes no gubernamentales, y sectores públicos y privados. Existen alcances a nivel municipal, regional y departamental que pueden lograr los diferentes territorios con ayuda de los planes de adaptación formulados. Lo anterior, dependiendo de la necesidad de cada territorio y el interés de la región.<sup>27</sup>

La formulación de los planes debe contar con el apoyo de los diferentes ministerios como lo son: el de agricultura, desarrollo rural, transporte, salud, protección social, minas, energía, vivienda, ciudades, territorio y los diferentes entes y actores presentes en cada región. Cabe aclarar que los avances de los planes de adaptación deberán comunicarse a los actores vinculados al SISCLIMA (Sistema Nacional de Cambio Climático).

El PNACC posee una hoja de ruta, la cual se divide en diferentes etapas, las cuales tienen como objetivo la orientación de los territorios para la formulación de diferentes planes de adaptación frente al cambio climático, los cuales se adaptan a las necesidades. A continuación, se presenta una mirada a las diferentes etapas formuladas en la hoja de ruta:

<sup>22</sup> DNP. (2012). Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático. (Ministerio de ambiente) Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan\\_nacional\\_de\\_adaptacion/1.\\_Plan\\_Nacional\\_de\\_Adaptaci%C3%B3n\\_al\\_Cambio\\_Clim%C3%A1tico.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/1._Plan_Nacional_de_Adaptaci%C3%B3n_al_Cambio_Clim%C3%A1tico.pdf)

<sup>27</sup> Ambiente, M. D. (2013). Hoja de ruta para la elaboración de los planes de adaptación dentro del plan nacional de adaptación al cambio climático. Bogotá.

### **6.2.1. Etapa 1: Preparación y planificación**

La primera etapa se podría definir como una fase preliminar, la cual tiene como objetivo facilitar el desarrollo de las próximas etapas, minimizando los tiempos entre el desarrollo de cada fase al optimizar los recursos y requerimientos que implica la formulación del plan. Esta fase se desarrolla en 5 pasos tal y como se muestra a continuación:

#### **6.2.1.1. Paso 1: Delimitar el sistema**

El PNACC se desarrolla dentro de un espacio y todas las características alrededor de él, debido a esto es necesario establecer los eventos climáticos que ocurren en el territorio, por lo que el PNACC ha dispuesto un cuadro de eventos climáticos recolectando toda la información para poder definir los procesos que posteriormente se llevarán a cabo en el corto, mediano y largo plazo. También se debe realizar un reconocimiento de eventos de origen hidrometeorológico que están usualmente relacionados a situaciones que conllevan a desastre. Esta información se encuentra disponible en los consejos departamentales, distritales y municipales de gestión del riesgo de desastres. Es necesario recolectar esta información para prevenir situaciones perjudiciales al desarrollo, puesto que el cambio climático puede variar su impacto generando afectaciones en el desempeño del territorio.

#### **6.2.1.2. Paso 2: Articular con otros instrumentos de planificación**

Los instrumentos de planificación orientan medidas para el desarrollo sostenible, y en la medida que estas orientaciones están encaminadas al cambio climático, mayor será la posibilidad de reducir pérdidas causadas por los efectos adversos del clima. Estos instrumentos de planificación surgen como parte fundamental para el desarrollo de actividades de identificación en diferentes niveles de recopilación de información, identificación de responsabilidades institucionales y directrices a nivel político dentro de las medidas establecidas en el plan de adaptación.

#### **6.2.1.3. Paso 3: Hacer un mapeo de actores y sus capacidades**

En este paso, se realiza la identificación de los actores en los ámbitos académicos, investigativos y políticos que influyen en la formulación del plan. Es necesario realizar un reconocimiento de las funciones y competencias de dichos actores y cómo se van a complementar entre sí para poder llevar a cabo la formulación del plan de adaptación. Las funciones que realizarán dichos actores serán las de evaluar, priorizar, coordinar y gestión de información y riesgo climático.

#### **6.2.1.4. Paso 4: Identificar la información de base para formular el plan**

Esta fase tiene como finalidad dar claridad sobre los conocimientos que hacen falta generar por parte de los formuladores. De igual manera, servirá para potenciar la eficacia de los procesos en función de los avances de iniciativas previas que se estén considerando en la formulación del plan. Para ello es necesario que cada territorio cuente con la información mínima requerida para la formulación de un plan de adaptación, la cual consta del contexto de ordenamiento, evaluación de impactos y riesgo climático y las prioridades para la adaptación. Cabe resaltar que esta es solo una primera impresión de la información, ya que en la medida en que se vayan desarrollando las siguientes etapas dispuestas en la hoja de ruta, la información de los componentes se irá extendiendo y detallando con el fin de tener un mayor alcance en la formulación del plan.

#### **6.2.1.5. Paso 5: Definir el cronograma de formulación del plan**

El cronograma general de la formulación del plan se vuelve necesario en la medida en que se van acumulando procesos. Con el fin de dar un orden para organizar las tareas básicas y sus responsables se debe realizar dicho cronograma.

### **6.2.2. Etapa 2: Gestión de información sobre cambio climático**

Esta etapa tiene como objetivo recopilar la información con respecto a los impactos más probables que ocurran en el contexto del cambio climático en las comunidades, su biodiversidad y servicios ecosistémicos, los cuales sirven para establecer los criterios de prioridad y adaptación.

#### **6.2.2.1. Paso 1: Generar un diagnóstico de impactos asociados al clima**

Para este paso es necesario realizar una revisión preliminar en la etapa de preparación y planificación para diagnosticar el estado actual del sistema en función de las diferentes características de los impactos que han tenido lugar en la zona. Con dicho diagnóstico se generará una descripción más profunda sobre la problemática que ha generado los impactos, por lo que es necesario ajustar todas las variables tanto cualitativas como cuantitativas que evidencien la descripción sobre los cambios graduales del clima, los cuales potenciarán la adaptación al cambio climático al tenerlos en consideración.

#### **6.2.2.2. Paso 2: Caracterización de eventos y efectos asociados al cambio climático en distintos escenarios**

La caracterización de los eventos y efectos asociados al cambio climático en diferentes escenarios se enfoca en los eventos que poseen un alto potencial de

materializarse, por lo cual se estudian los escenarios actuales y futuros en los que el clima tendrá valores diferentes a los actuales, y también que eventos hidrometeorológicos presentan variación en su frecuencia, intensidad y duración. Esto implica describir cada posible escenario que pueda ocurrir para así poder contemplarlo dentro del plan, de igual forma se describirá el comportamiento de todos los eventos asociados al clima, donde finalmente se evaluarán los posibles impactos de las características de los eventos y efectos asociados al cambio climático.

#### **6.2.2.3. Paso 3: Formular estrategias para beneficiarse de impactos positivos**

La mayoría de los impactos positivos están asociados al incremento de áreas aptas para cultivar, aumento de productividad agrícola, y a la disminución del uso de máquinas enfocados a procesos térmicos o calefacción; sin embargo, los impactos positivos son menos que los negativos debido principalmente a la escasez de estrategias que produzcan oportunidades para beneficiarse. En la medida en que se siga observando el comportamiento del clima, mayor será el aprovechamiento de los efectos positivos en materia de la salud pública y el territorio.

#### **6.2.2.4. Paso 4: Desarrollar análisis de vulnerabilidad**

La vulnerabilidad consta de una serie de elementos que condicionan la susceptibilidad de un sistema de enfrentar los efectos debido a la variabilidad del clima y los fenómenos que tienen lugar en él. Esta vulnerabilidad afecta la capacidad de adaptación en términos de cómo el sistema tiene la capacidad de anticipar, absorber y recuperarse de los efectos de un problema. En este caso, la vulnerabilidad se refiere a la exposición, sensibilidad, amenaza y consecuencia sobre los atributos que se le asignen a una determinada situación.

Para medir la vulnerabilidad es necesario documentar las características del sistema expuesto. Posteriormente se realiza una estimación de vulnerabilidad con el fin de reducir el riesgo climático y luego se caracteriza el grado de vulnerabilidad a nivel social, económico, biológico y físico que hace parte del sistema. Finalmente se asignan los recursos e implementan medidas de adaptación mediante el seguimiento de un plan bien estructurado y con fundamento.

#### **6.2.2.5. Paso 5: Evaluar el riesgo climático**

Una vez conocidos los impactos pasados y los que probablemente ocurran, se realiza una formulación matemática en la cual se relacionan las amenazas físicas dentro de un sistema expuesto y las características de vulnerabilidad que tienen lugar ante esas amenazas. Por lo general, los riesgos de origen climático son debido

a cambios físicos de origen natural o por el hombre, los cuales pueden influir en el desarrollo de eventos hidrometeorológicos incrementando el nivel de amenaza.

### **6.2.3. Etapa 3: Identificación y priorización de medidas**

Mediante la recopilación de resultados se establecen las medidas de adaptación necesarias para alcanzar los resultados esperados, con lo cual se implementarán criterios de evaluación para medir las propuestas y así implementarlas en una herramienta que permita la comparación que facilite asociarla de acuerdo con diferentes grados de prioridad. De acuerdo a lo anterior, se dejará constancia en la forma en que opera, siendo objetiva y transparente.

#### **6.2.3.1. Paso 1: Establecer resultados esperados**

En primer lugar, se debe establecer el nivel de adaptación deseado por medio del plan. Para esto se debe establecer en primera instancia, la forma en que reacciona el sistema en función de los efectos que se puedan presentar dentro del marco de la etapa II. Lo anterior se consigue implantando los mecanismos con los que opera el sistema, lo cual implica la identificación de los cambios que ocurran debido al comportamiento de los actores del sistema y en las características que afecten directamente la condición de vulnerabilidad del mismo.

#### **6.2.3.2. Paso 2: Identificar medidas de adaptación apropiadas**

En este paso se identifican los mecanismos pertinentes para alcanzar los resultados deseados establecidos en el paso anterior. En este punto se debe reflejar todos los análisis realizados con anterioridad para redefinir las próximas acciones que serán más efectivas al momento de asociar los factores subyacentes a los riesgos del cambio climático. De esta forma se podrá identificar las medidas de adaptación deseables en términos de reducción del riesgo y aprovechamiento de impactos positivos producto del cambio y la variabilidad climática.

#### **6.2.3.3. Paso 3: Estimar los costos de implementación**

El costo de implementación permite visualizar cada una de las medidas desde un punto de vista financiero, operativo, de mantenimiento y técnico. Para ello es recomendable analizar los flujos monetarios, lo cual implica definir fechas y plazos dentro de un cronograma en donde se evalúe el valor de una tasa de descuentos y el origen de los recursos (similar a un mercado financiero).

#### **6.2.3.4. Paso 4: Sondear cobeneficios de las medidas de adaptación**

Los cobeneficios son cambios no intencionales a causa de la aplicación de una medida de adaptación, y que son beneficios debido al impacto positivo en el sistema, los cuales son menos probables que ocurran en comparación con los impactos negativos.

#### **6.2.3.5. Paso 5: Priorizar medidas de adaptación**

Esta medida permite asignar con facilidad los recursos a diferentes entidades mediante la identificación de medidas óptimas para la reducción del riesgo de impactos perjudiciales e incrementar la probabilidad de ocurrencia de impactos positivos y como potenciarlos para un mayor uso. Para llevar a cabo esto, se debe ordenar la información recopilada de forma sintética para que todos los actores del sistema y fuera de él, conozcan los criterios básicos de participación y sean capaces de tomar las medidas más adecuadas de acuerdo con las circunstancias en que ocurran los eventos.

La priorización de las medidas de adaptación requiere de un análisis de resultados previamente mencionados como lo son los cobeneficios, urgencia de acción, flexibilidad, impactos positivos adicionales, efectos secundarios, relación costo-beneficio, balanza de experticia, capacidades y la compatibilidad con marcos normativos y legales.

#### **6.2.4. Etapa 4: Diseño e implementación de medidas de adaptación**

En esta etapa se pretende realizar un diseño de acuerdo a aspectos técnicos y económicos para luego lograr una adecuada planificación y financiación con la que se implementarán las diferentes medidas de adaptación que permitan una mejora en las condiciones de adaptabilidad en los diversos sectores en los que se van a formular las medidas. También se tendrá que realizar un seguimiento según los objetivos propuestos por los formuladores para cada medida de adaptación.

##### **6.2.4.1. Paso 1: Revisión del estado del arte y experiencias nacionales e internacionales**

Se requiere realizar una mirada a las diferentes actividades, documentos, experiencias o medidas tomadas anteriormente, revisando sus características y objetivos con el propósito de fortalecer las bases técnicas que se van a diseñar e implementar en las medidas de adaptabilidad. Estas experiencias o documentos anteriormente incorporados serán usados como instrumentos para identificar las buenas prácticas que servirán como soporte para la correcta identificación de las medidas. Se debe tener en cuenta que no se reevalúa tales propuestas, sino que



serán la base para complementar los conocimientos reunidos por los formuladores en cada una de las medidas de adaptación que se priorizarán.

#### **6.2.4.2. Paso 2: Identificar vínculos con otras iniciativas de adaptación**

Es de suma importancia que el diseño, planificación e implementación de las medidas, tengan relación y coherencia con otros planes de adaptación estipulados en sectores o territorios. Es necesario establecer los diferentes roles sobre la responsabilidad en la implementación de las medidas entre los actores afectados por los impactos proyectados, con lo que se busca la articulación de los objetivos desde los sistemas para los cuales se formulan los planes de adaptación.

#### **6.2.4.3. Paso 3: Elaborar el cronograma de actividades**

La elaboración del cronograma de actividades es el punto de partida para la implementación del Plan de Adaptación a nivel sectorial, donde se deben realizar actividades previas como el listado de actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos, la definición de los responsables de la implementación, las etapas que se realizarán en el proceso, el establecimiento de las fechas para la entrega de los productos y la distribución de los roles de trabajo que optimicen el tiempo. Teniendo en cuenta los preliminares realizados, se debe establecer el paso a paso para la implementación de las diferentes propuestas para la adaptación de las medidas, verificando los diferentes tiempos para las actividades estipuladas con el fin de mejorar la eficiencia.

#### **6.2.4.4. Paso 4: Formular la estrategia de seguimiento**

Para la estrategia de seguimiento se deben tener en cuenta los indicadores de gestión, producto e impacto para luego establecer una adecuada metodología en la formulación de monitoreo de cada una de las medidas de adaptación. Dentro de la metodología se debe establecer la frecuencia con la que se va a realizar el seguimiento, los recursos que se emplearán y aquellos actores que deberán reportar el seguimiento de cada medida. Para tal reporte se pueden emplear algunos descriptores como lo son: informes, estudios, bases de datos, videos, mapas de información, infraestructura física entregada, viviendas y normativa expedida.

#### **6.2.4.5. Paso 5: Implementar**

Se deben tener en cuenta diferentes aspectos para la buena implementación de las medidas, tales como la identificación de problemáticas que podrían impedir la buena implementación de estas y cómo afrontarlas. También es importante una buena comunicación para socializar el proyecto con los diferentes actores involucrados,

desarrollando estrategias de documentación con el objetivo de nutrir medidas futuras que puedan mejorar la adaptabilidad de estas en los diferentes sectores o territorios donde serán formuladas.

#### **6.2.5. Etapa 5: Seguimiento y evaluación**

Esta etapa tiene como objetivo establecer un monitoreo y un sistema evaluativo que funcione para el reporte de los impactos que tienen las medidas de adaptación aplicadas, retroalimentando la calidad y el desempeño de estas con el fin de garantizar el uso óptimo de recursos y sistemas formulados.

##### **6.2.5.1. Paso 1: Detallar la línea de base**

Antes de implementar las medidas, se deberá identificar el estado actual del sistema, revisando su organización a través de indicadores que faciliten la comparación a la hora de formular los planes y el efecto que estos producen en el sistema.

##### **6.2.5.2. Paso 2: Hacer una Evaluación Intermedia**

Se debe realizar una evaluación intermedia, donde se recomienda ser realizada por cualquier organización externa que tenga una visión objetiva que permita identificar y analizar el planteamiento de las medidas, los avances que se han realizado y las problemáticas que han surgido. Lo anterior tiene como objetivo el aprendizaje y las recomendaciones que se deben realizar para conseguir una mejor eficiencia en lo que resta del proyecto.

##### **6.2.5.3. Paso 3: Realizar ajustes al proceso**

A partir de la evaluación intermedia realizada en el paso anterior, se deberán hacer ajustes en el proceso de implementación con el fin de asegurar un mayor y óptimo impacto en el desarrollo de las medidas implementadas en el proyecto junto con la superación de las diferentes problemáticas que se puedan presentar. Es importante la comunicación y socialización de los ajustes con los actores involucrados con el fin de abordar de manera eficiente el proceso. Se debe evitar también los desbalances que se presentan a lo largo del proyecto, como lo son los costos ineficientes que sólo retrasarán y tienen un impacto negativo en el proceso de implementación.

##### **6.2.5.4. Paso 4: Evaluar el impacto final**

Este paso tiene como propósito evaluar el impacto final que se tiene respecto a las medidas de adaptación implementadas. Se deben definir dos grupos de población,

siendo uno el grupo de tratamiento y el otro el grupo de control con el fin de analizar aquellos sistemas que son objeto de intervención comparado con otros que no fueron parte del proceso. De esta manera se identifican los diferentes progresos que se lograron a partir de las medidas formuladas e implementadas.

### **6.3. COMUNICACIONES**

Según el ministerio de ambiente, las Comunicaciones Nacionales se definen como informes periódicos que deben presentar los países que sean parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC). Estos informes deben incluir una evaluación donde se evidencie toda la información actual acerca del cambio climático como lo son los inventarios de emisión de GEI y la vulnerabilidad del país frente a la variabilidad climática de cada sector o territorio. Estas comunicaciones se realizan a partir de la aprobación de la ley 164 de 1994 referente a la CMNUCC y a la ley 629 del 2000 con relación al protocolo de Kyoto, designando al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) como la entidad encargada de llevar a cabo las comunicaciones Nacionales.

La información establecida en las Comunicaciones permite el desarrollo de diferentes programas y proyectos a nivel nacional y sectorial, que tienen como objetivo de generar acciones frente a la problemática del cambio climático, adoptando diversas estrategias en la planificación y ejecución dentro de los planes de desarrollo de cada territorio.

#### **6.3.1. Inventarios de GEI**

Según el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), Los inventarios de GEI presentes en cada una de las comunicaciones se definen como un reporte acerca de la cantidad de gases de efecto invernadero generados y absorbidos hacia la atmósfera a causa de las diferentes actividades humanas realizadas dentro de un periodo de tiempo determinado. Los gases principales que se tiene en cuenta en los inventarios son el Metano (CH<sub>4</sub>), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los Hidrofluorocarbonos (HFC), los Hexafluoruros de azufre (SF<sub>6</sub>) y los Perfluorocarbonos (PFC).

Teniendo en cuenta que Colombia hace parte del acuerdo de la CMNUCC, que tiene como objetivo la estabilización y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, cabe resaltar la importancia que tiene realizar estos inventarios, ya que son una parte fundamental en la creación y definición de medidas de mitigación del cambio climático que tendrán que ser implementadas en cada territorio para contribuir en la reducción de las emisiones globales.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Colombia, S. d. (2013). SIAC - Gases de Efecto Invernadero, GEI. Recuperado de <http://www.siac.gov.co/climaticogei>

## **6.4. SECTORES DE IMPACTO EN EL INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI**

Para la estructuración de los inventarios, se tiene en cuenta todas las actividades que generan gases de efecto invernadero, las cuales están contenidas en 4 principales sectores económicos.<sup>29</sup>

### **6.4.1. Energía**

La energía es uno de los mayores contribuyentes en cuanto a la emisión de GEI en un territorio. Estas emisiones provienen usualmente de la quema de combustible, combustión de combustible en edificios e instalaciones residenciales, institucionales, comerciales, residenciales y las industrias manufactureras de la construcción. Este sector se divide en nueve subsectores, de los cuales 7 producen emisiones en actividades como la producción y consumo de energía, y las otras 2 subcategorías se refieren a emisiones fugitivas provenientes de actividades que ocurren durante la extracción, transformación y transporte del combustible fósil primario.

### **6.4.2. Procesos industriales y uso de productos (IPPU)**

Los diferentes procesos industriales son una de las principales fuentes de emisión de GEI debido a sus procesos de transformación química o física de los materiales, donde se pueden generar varios GEI en los cuales se encuentra el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC y PFC. De igual forma, existen productos de la industria tales como refrigerantes, aerosoles o espumas contienen grandes concentraciones de GEI los cuales pueden ser liberados en cualquier momento, haciendo que muchos de los productos industriales sean de los mayores contribuyentes en las emisiones de GEI.

### **6.4.3. Agricultura, silvicultura y otros usos de tierra**

Dentro de los sectores con mayor actividad antropogénica en Colombia, se encuentran los procesos agrícolas, siendo una de las actividades con mayor impacto en el medio ambiente debido a los cambios del uso del suelo que se tienen que realizar para el cultivo de los alimentos. Lo anterior unido a la silvicultura, son acciones de gran importancia que se deben tener en cuenta a la hora de realizar los inventarios de emisión de GEI, ya que actividades como la deforestación, son una fuente considerable de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Por otro lado, la actividad ganadera hace referencia al manejo y explotación de animales con fines productivos, teniendo como consecuencias emisiones de metano debido a la

---

<sup>29</sup> ICLEI. (2014). Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. EE.UU.: World Resources Institute.

abundante emisión del gas que emana del ganado a causa de procesos biológicos internos.

#### **6.4.4. Residuos**

Las actividades referentes a los residuos radican en el tratamiento que se les da dependiendo si son residuos sólidos o líquidos. Los diferentes tratamientos que se realizan provienen de una fuente considerable de metano y óxido nitroso debido a procesos de disposición, incineración o quema a cielo abierto para la eliminación o tratamiento de estos desechos. Es necesario el reporte inmediato en la sección de energía al observar una recuperación en las emisiones de metano de las diferentes instalaciones ya sea para tratamiento de residuos sólidos o aguas residuales.

#### **6.5. VÍAS 4G**

Las vías de cuarta generación son un programa de infraestructura vial el cual surgió a causa del atraso en el desarrollo de infraestructura vial a lo largo del tiempo. Esta nueva generación promete incrementar la competitividad a nivel global, conectando diferentes regiones del país mediante el transporte de carga y personas, entregando vías de primera calidad con la colaboración de más de 40 nuevas concesiones.

Se tiene planeada la construcción de más de 8000 kilómetros de vías, de las cuales 1370 kilómetros serán de doble calzada. También contará con la construcción de 159 túneles con 141 kilómetros de vía, de los cuales 98 kilómetros serán de túneles largos y 43 kilómetros corresponden a túneles cortos. Por otro lado, contará con 1335 viaductos con 150 kilómetros de vía y tendrá 1159 puentes con 108 kilómetros de vía.<sup>30</sup>

La inversión del proyecto de vías 4G se estima un valor aproximado de \$47 billones de pesos con una modalidad de asociación público-privada, es decir que el sector privado se encarga de realizar la construcción de la vía mediante fondos propios, los cuales se recuperarán mediante el uso de peajes o vigencias futuras que les brindará el estado a aquellos consorcios destinados a la construcción de las vías. Las obras se llevarán a cabo en 24 departamentos del país generando más de 4000 empleos, reduciendo la tasa de desempleo a largo plazo en un 1%. Además, se proyecta que el PIB tendrá un efecto de 1,5% por cada año que tenga la construcción de las vías y un crecimiento entre el 4,6% y 5,3% del PIB a largo plazo.<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup> Moreno, L. F. (Febrero de 2014). ENCADENAMIENTOS E INFRAESTRUCTURA. Recuperado de [https://web.archive.org/web/20140924040620/http://www.andi.com.co/Archivos/file/CEE/ColombiaGenera2014/COLOMBIA\\_GENERA2014%20-%20PDF/EncadenamientoselInfraestructura/LuisFernandoAndrade.pdf](https://web.archive.org/web/20140924040620/http://www.andi.com.co/Archivos/file/CEE/ColombiaGenera2014/COLOMBIA_GENERA2014%20-%20PDF/EncadenamientoselInfraestructura/LuisFernandoAndrade.pdf)

<sup>31</sup> Portafolio. (3 de Octubre de 2016). Todo lo que debe saber sobre las vías 4G que modernizarán las carreteras del país. Recuperado de <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/ventajas-de-tener-vias-4g-en-el-pais-500367>

Las principales características de la cuarta generación de concesiones viales se encuentran consignadas en la tabla 1, las cuales se establecieron a partir de las recomendaciones del Plan Nacional de desarrollo a fin de mejorar la estructuración de proyectos junto con las capacidades de las instituciones competentes a cargo de la evaluación del proyecto. Con lo anterior se podrá estimar presupuestos para financiar la obra.<sup>32</sup>

*Tabla 1. Principales características de la cuarta generación de concesiones viales*

Principales características de la Cuarta Generación de Concesiones Viales	
<b>Especificaciones Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altas especificaciones geométricas de acuerdo con el tipo de terreno</li> <li>• Uso de sobrepasos para asegurar velocidad en puntos de congestión</li> <li>• Resistencia al cambio climático</li> <li>• Amigables a la población (ej. ciclorutas, sobre-pasos, áreas comerciales)</li> <li>• Seguras para vehículos y peatones</li> <li>• Nuevas tecnologías estandarizadas a nivel nacional para pago de peajes y gestión de tráfico</li> </ul>
<b>Selección de proponentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pre-calificación con énfasis en capacidad financiera</li> <li>• Facilidades para la participación fondos de infraestructura</li> <li>• Selección del adjudicatario entre los pre-calificados únicamente</li> </ul>
<b>Asignación de riesgos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de riesgos de construcción y disponibilidad al concesionario</li> <li>• Tiempo de construcción máximo de 6 años</li> <li>• Requerimiento de aseguramiento para riesgos de construcción y disponibilidad</li> <li>• Transferencia parcial de riesgos comerciales, prediales, ambientales y sociales</li> </ul>
<b>Reconocimiento de pagos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subdivisión de la concesión en Unidades Funcionales<sup>2</sup></li> <li>• Retribución al concesionario condicionados a certificación de la disponibilidad de las Unidades Funcionales</li> <li>• Retribución variable disponibilidad servicio y calidad</li> </ul>
<b>Financiación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidades para la financiación bancaria, emisiones en el mercado de valores, Títulos de Infraestructura, entre otros, según se requiera en las diferentes etapas del proyecto</li> </ul>
<b>Adiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitadas 20% del valor del contrato</li> </ul>
<b>Resolución de Conflictos</b>	<p>El proponente elegirá en su oferta entre las siguientes alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amigable composición</li> <li>• Arbitramento local</li> <li>• Arbitramento internacional (siempre que se cumpla con lo establecido en la ley)</li> </ul>

Fuente: ANI

## 6.6. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS SEGÚN LA RESOLUCIÓN 3288 DEL 2007 DEL INVIAS

En las especificaciones generales de construcción de vías del 2007 del INVIAS, se establece el cumplimiento de la legislación ambiental, seguridad industrial, salud ocupacional y social, donde todas estas son de obligatorio cumplimiento para los contratistas. De igual forma, se establecen las responsabilidades frente al uso de recursos naturales renovables y no renovables necesarios para el desarrollo de las obras. También abarca la normatividad legal y procesos ambientales que la autoridad considere necesario, permitiendo así, que se den todas las condiciones

<sup>32</sup> ANI. (19 de Diciembre de 2012). CUARTA GENERACIÓN DE CONCESIONES VIALES PROYECTO HONDA - PTO SALGAR - GIRARDOT. Recuperado de [https://www.ani.gov.co/sites/default/files/girardot\\_puerto\\_salgar\\_honda.pdf](https://www.ani.gov.co/sites/default/files/girardot_puerto_salgar_honda.pdf)

para que los contratistas obtengan buenos resultados y se eviten incumplimientos contractuales con respecto a la normatividad ambiental.<sup>33</sup>

## **6.7. PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL**

Son aquellos programas para mitigar, compensar y prevenir los impactos generados por los componentes biótico, abiótico y socioeconómico. Estos programas se establecen a raíz de una evaluación de impacto ambiental realizado en el área de influencia del proyecto, la cual se debe considerar previo al desarrollo de este. Para cada impacto ambiental que se haya identificado se plantea un programa de manejo ambiental, donde dichos programas se formulan mediante fichas en donde se establece el objetivo, el tipo de medida a realizar, los impactos que se tratarán, actividades a realizar, sitio y cronograma de ejecución, y los responsables del seguimiento y control de la aplicación de los programas de manejo ambiental.<sup>34</sup>

Con esto se espera crear mayor repercusión dentro de los planes de desarrollo, que implementen la creación de más planes de adaptación en el sector de la infraestructura vial con el fin de adaptar las obras para la mitigación y prevención de los impactos ambientales generados por este sector.

---

<sup>33</sup> INVIAS. (2011). Guía De Manejo Ambiental De Proyectos De Infraestructura Del Subsector Vial. Bogotá.

<sup>34</sup> Agencia Nacional De Infraestructura. (2014). Resumen Ejecutivo - Unidad Funcional 5. Honda - Dorada.

## 7. MARCO CONCEPTUAL

### 7.1. CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es una problemática que se ha venido dando desde hace mucho tiempo, ya que tanto los procesos de variabilidad natural del clima terrestre como las actividades humanas, contribuyen al cambio climático que, a su vez, tiene efectos negativos para la sociedad. Existen diferentes causas, las cuales contribuyen al cambio climático: Aumento de gases de efecto invernadero, deforestación, Destrucción de ecosistemas marinos e industrialización.

#### 7.1.1. Aumento de gases de efecto invernadero

De acuerdo con la nota técnica del IDEAM, Información técnica sobre gases de efecto invernadero y cambio climático, establece que, los gases de efecto invernadero son una de las principales causas que contribuyen al cambio climático y se definen como componentes gaseosos, los cuales se encuentran presentes en la atmósfera de manera natural y emiten radiación infrarroja a lo largo de toda la superficie de la tierra. El efecto invernadero es producido por la retención de estos gases, los cuales permiten que la temperatura media de la tierra no baje de los 18 grados. A diferencia de lo que muchos piensan acerca de las consecuencias negativas del efecto invernadero, la realidad es que es un proceso natural que ha permitido la vida en la tierra desde hace millones de años. La problemática empieza cuando las emisiones de gases aumentan debido a las actividades humanas. Existen dos tipos de gases de efecto invernadero (GEI).<sup>35</sup>

**GEI Directos:** Son aquellos que contribuyen al efecto invernadero, entrando a la atmósfera directamente sin sufrir modificaciones durante el proceso. Algunos de ellos son: El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), compuestos halogenados y vapor de agua.

**GEI Indirectos:** Son aquellos que, al igual que los GEI directos, también contribuyen al efecto invernadero. Su diferencia radica en la transformación de estos al llegar a la atmósfera, convirtiéndose en GEI directos.<sup>36</sup> Estos pueden ser: Óxidos de nitrógeno, Monóxido de carbono, Óxido de azufre y partículas en suspensión.

---

<sup>35</sup> IDEAM. (2014). Cambio Climático. (Ministerio de ambiente) Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>

<sup>36</sup> AGORA. (20 de Noviembre de 2019). Los Gases de efecto invernadero (GEI). Recuperado de <https://www.elagoradiario.com/agorapedia/gases-de-efecto-invernadero-gei/>



### 7.1.2. La deforestación

Según el artículo, Amazonian Deforestation and Regional Climate Change, publicado por la American Meteorological Society, y que traduce: Deforestación Amazónica y Cambio Climático Regional, establece que la deforestación y la actividad agrícola contribuyen en gran medida al cambio climático. La amazonia es uno de los biomas más importantes de la tierra, teniendo los bosques más abundantes del planeta. El artículo menciona un estudio que se realizó para medir la relación entre el reemplazo de los bosques con grandes pastizales y la actividad agrícola, donde se encontró una relación directa con el aumento de la temperatura a nivel mundial y una disminución en la evapotranspiración anual. La deforestación es una de las actividades humanas que más contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero, debido a que los bosques absorben el CO<sub>2</sub>, actuando como sumideros, que al ser talados o destruidos se convierten en una fuente de CO<sub>2</sub>, contribuyendo en la emisión de gases.<sup>37</sup>

### 7.1.3. Destrucción de ecosistemas marinos

Al igual que los bosques, los ecosistemas marinos también actúan como sumideros que absorben una cantidad considerable de CO<sub>2</sub>. Algunas actividades humanas son: la contaminación costera y la destrucción de los ecosistemas, permitiendo la liberación del dióxido de carbono retenido.<sup>3</sup>

### 7.1.4. Industrialización

La industrialización es un factor determinante en la emisión de gases, ya que las diferentes industrias, creadas por la necesidad del desarrollo social, son las principales emisoras de diferentes gases que contribuyen al efecto invernadero. El consumo por parte del ser humano de combustibles fósiles, como los son el carbón y el petróleo, son responsables de las emisiones más dañinas para el cambio climático, luego del vapor de agua.<sup>36</sup>

---

<sup>37</sup> Nobre, C., Sellers, P., & Jagadish, S. (15 de Octubre de 1991). Journal Of Climate. Recuperado de [https://journals.ametsoc.org/jcli/article-pdf/4/10/957/4677087/1520-0442\(1991\)004\\_0957\\_adarcc\\_2\\_0\\_co\\_2.pdf](https://journals.ametsoc.org/jcli/article-pdf/4/10/957/4677087/1520-0442(1991)004_0957_adarcc_2_0_co_2.pdf)

<sup>3</sup> Acciona. (2016). *¿Qué es el cambio climático?* Recuperado de <https://www.acciona.com/es/cambio-climatico/>

<sup>36</sup> AGORA. (20 de Noviembre de 2019). Los Gases de efecto invernadero (GEI). Recuperado de <https://www.elagoradiario.com/agorapedia/gases-de-efecto-invernadero-gei/>

## 7.2. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Según la revista de información y análisis publicada por INEGI (Instituto Nacional De Estadística y Geografía), Cambio Climático Global: Causas y Consecuencias, establece que los gases de efecto invernadero en la superficie atmosférica, han aumentado a lo largo de los años debido a las actividades humanas tales como la quema de combustibles fósiles, deforestación e industrialización. Además, gracias a los estudios realizados, nombrados en la revista, se estableció una relación directa entre el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y la temperatura de la atmósfera, la cual retiene calor, contribuyendo al aumento de esta, generando así el calentamiento global que es la principal causa del cambio climático.<sup>38</sup> Este último, tiene efectos negativos tanto sociales, ambientales y económicos en todo el planeta, generando diferentes consecuencias como el derretimiento de los glaciares, subida de mareas, acidificación de los océanos, cambio en los ecosistemas y desertificación, fenómenos meteorológicos extremos.

**Derretimiento de los glaciares:** Debido al aumento de la emisión de gases y el aumento de temperaturas debido al calentamiento global, se espera que entre 1990 y el 2100, la temperatura tenga un incremento entre 1.4 y 5.8°, acelerando más los ciclos naturales del clima y su vez haciéndolos más extremos. Esta subida de temperatura contribuye directamente en el derretimiento de los glaciares.<sup>3</sup>

**Subida del nivel de los océanos:** El derretimiento de los glaciares está relacionado directamente con la subida de los niveles del mar, ya que al aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero aumenta el calentamiento global, el cual produce una subida de temperatura en los océanos, causando el deshielo de los polos, derretimiento de glaciares y, por lo tanto, el aumento del nivel del mar.<sup>39</sup>

**Acidificación de los océanos:** La acidificación es un proceso químico, donde diversas sustancias sufren una transformación en las características ácidas. Esta acidificación se presenta en los océanos cuando absorben gran cantidad de CO<sub>2</sub>, provocando el deterioro de los ecosistemas marinos, desde los animales hasta los organismos marinos.<sup>3</sup>

**Cambios en los ecosistemas y desertificación:** Debido a los cambios extremos del clima, los ecosistemas tienen cambios bruscos, los cuales pueden provocar la muerte de fauna y flora, y variaciones de las condiciones en los entornos. Un ejemplo es la desertificación, la cual es una problemática causada por el aumento

<sup>38</sup> Campaña, L. M. (Junio de 2012). Global Climate Change Impacts in the Sinaloa State, México. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-215X2012000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-215X2012000100009)

<sup>3</sup> Acciona. (2016). ¿Qué es el cambio climático? Recuperado de <https://www.acciona.com/es/cambio-climatico/>

<sup>39</sup> IBERDROLA. (s.f.). La subida del nivel del mar, ¿Un peligro real para nuestro futuro? Recuperado de [https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/aumento-del-nivel-mar#:~:text=La%20velocidad%20a%20la%20que,Science%20Special%20Report%20\(CSSR\).](https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/aumento-del-nivel-mar#:~:text=La%20velocidad%20a%20la%20que,Science%20Special%20Report%20(CSSR).)

de grandes temperaturas que degradan las tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas. Esta pérdida del suelo y de su vegetación también contribuyen en la emisión de carbono, que afecta fuertemente al efecto.<sup>40</sup>

**Fenómenos meteorológicos extremos:** El calentamiento global es la consecuencia directa del aumento en los fenómenos meteorológicos extremos que se han venido presentando durante los últimos años. Cuando la temperatura aumenta significativamente, la evaporación se incrementa en gran medida y las precipitaciones aumentan a nivel global. También existe el otro extremo, donde las precipitaciones se reducen. Estos fenómenos se conocen comúnmente como el fenómeno de la niña y el niño respectivamente. También pueden presentarse otros fenómenos tales como: fuertes vientos, ciclones, reducción y aumento de precipitaciones, inundaciones e incendios.

### **7.3. CAMBIO CLIMÁTICO Y CONTEXTO SOCIAL**

Todas estas afectaciones debido al cambio climático tienen consecuencias considerables para la población mundial, ya que la sociedad está directamente relacionada con los ecosistemas tanto terrestres como marinos. Estos cambios extremos tienen efectos negativos en el desarrollo social y económico de un país debido a la sensibilidad que tienen respecto al ritmo de la variabilidad climática.

Los países donde el cambio climático tiene mayor impacto son los países en vía de desarrollo, donde las tecnologías, recursos e información acerca de la problemática son deficientes para adaptarse a estos cambios. Además, es de conocimiento que la mayoría de los países en desarrollo se encuentran en zonas áridas y semiáridas, las cuales son susceptibles a grandes cambios en la temperatura, causando reducciones en la productividad agrícola.

Según el artículo Cambio Climático y crisis alimentaria, publicado por la Universidad Católica Boliviana San Pablo, dice que una de las consecuencias a gran escala debido al cambio climático, es el impacto directo en la actividad agrícola, que conlleva a problemas de hambruna y crisis alimentaria en diferentes sectores del planeta. Hoy en día existen dos actividades agropecuarias, una es la que se encuentra mejor tecnificada y busca beneficiarse de la actividad, la otra depende especialmente de las condiciones ambientales y meteorológicas, y solo busca satisfacer las necesidades fundamentales del ser humano.

Esta última, se ve afectada directamente a cambios extremos en el clima, ya que a causa de grandes periodos de lluvia o extensas sequías se disminuye la

---

<sup>40</sup> Facts, G. (s.f.). Desertificación. Recuperado de <https://www.greenfacts.org/es/desertificacion/l-2/7-cambio-climatico-biodiversidad.htm#:~:text=La%20desertificaci%C3%B3n%20afecta%20al%20cambio,de%20suelo%20f%C3%A9rtil%20y%20vegetaci%C3%B3n.&text=Se%20calcula%20que%20cada%20a%C3%B1o,si%20juntamos%20todas>

productividad, generando una menor oferta ante una gran demanda. Lo anterior no solo podría generar inflación, sino que provoca un grado de pobreza y hambruna considerable, siendo este una problemática social y económica que afecta principalmente a países en vía de desarrollo, los cuales todavía dependen de actividades tradicionales o primitivas para su supervivencia.<sup>41</sup>

La producción de todas las emisiones de gas, se deben en gran medida, a países desarrollados, donde las emisiones se hacen más evidentes al momento de la producción industrial y diferentes actividades humanas que engrandecen la problemática. Ante esto, diferentes organismos y entidades plantearon diferentes estrategias y métodos de adaptación y mitigación, los cuales ayudan en gran medida a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

#### **7.4. ORGANIZACIONES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

La Convención Marco de las Naciones Unidas fue uno de los pilares fundamentales para adoptar medidas y estrategias ante la problemática del cambio climático. Su objetivo radica en estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero que se acumulan en la atmósfera, generando un impacto positivo en diferentes sectores del mundo. La convención reúne a varios países, los cuales se comprometen a la creación de planes que ayuden a impedir que las interferencias antropogénicas (Actividades relacionadas con el hombre), sigan contribuyendo en la variabilidad climática.<sup>42</sup>

Luego de la convención realizada por las Naciones Unidas, se planteó el protocolo de Kyoto en el año 1997, el cual plantea las diferentes obligaciones que deben seguir los países que firmaron y ratificaron su compromiso en la Convención Marco frente a la adaptación y mitigación del cambio climático. El protocolo de Kyoto establece que los países deben cumplir a cabalidad los objetivos, mediante medidas internas dentro de cada país con el fin de reducir en gran medida las emisiones GEI producidas por diferentes sectores.<sup>12</sup>

En el 2015, se realizó el acuerdo de París, donde se reunieron varios países que estaban involucrados en la firma de la Convención Marco. Se plantearon diferentes objetivos los cuales tenían como propósito principal, reducir y limitar el aumento de la temperatura media de la tierra. También busca el aumento del número de países

---

<sup>41</sup> Vargas, E. M. (17 de Junio de 2011). *Cambio Climático y crisis alimentaria*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425941231009.pdf>

<sup>42</sup> Miteco. (s.f.). La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Recuperado de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/CMNUCC.aspx>

<sup>12</sup> UNFCCC. (2020). What is the Kyoto Protocol? (United Nations) Recuperado de [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)

que se unan a la problemática del cambio climático y el establecimiento de Planes De Adaptación Al Cambio Climático para cada país, debido a que las condiciones culturales, económicas y sociales varían entre sí.<sup>13</sup>

En Colombia existen entidades que se encargan de la planeación y creación de estrategias, tales como el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible y el DNP. El ministerio de ambiente tiene como principal función, la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables con el fin de asegurar un desarrollo sostenible para el país.<sup>43</sup> El DNP (Departamento Nacional de Planeación) es una entidad perteneciente a la rama ejecutiva del gobierno nacional, que depende directamente del presidente de la república. Esta entidad, tiene como objetivo la implementación, el manejo y la orientación en diferentes campos sociales, ambientales y económicos del país. El DNP es el coordinador directo del PNACC (Plan De Adaptación Al Cambio Climático),<sup>44</sup> el cual es una de las estrategias propuestas en el Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014 y que cuenta con el apoyo del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.

El PNACC tiene como objetivo principal la disminución del riesgo e impactos socioeconómicos debido a la creciente variabilidad del cambio climático en Colombia. El DNP y el ministerio de transporte convocaron un comité coordinador acerca del PNACC, donde se vieron involucrados el IDEAM, el cual es el instituto de Hidrología y estudios ambientales y la UNGRD (Unidad Nacional de Gestión del Riesgo a Desastres).<sup>45</sup>

El PNACC tiene una “hoja de ruta” donde se orientan a las diferentes entidades sectoriales y territoriales que hacen parte la estrategia de adaptación. En ella se proponen las cinco etapas para la formulación del plan, tal y como ya se han mencionado anteriormente, las cuales son:

1. Preparación y planificación
2. Gestión de información para la sostenibilidad en escenarios de cambio climático
3. Identificación y priorización de medidas de adaptación
4. Diseño e implementación de medidas de adaptación
5. Seguimiento y evaluación del plan

<sup>13</sup> UNFCCC. (2020). ¿Qué es el acuerdo de París? (United Nations) Recuperado de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>

<sup>43</sup> Ambiente, M. d. (s.f.). Objetivos y funciones. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/ministerio/objetivos-y-funciones>

<sup>44</sup> DNP. (113 de Agosto de 2020). Acerca de la entidad. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/DNP/Paginas/acerca-de-la-entidad.aspx>

<sup>45</sup> DNP. (26 de Agosto de 2020). Plan Nacional de Adaptación. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/ambiente/CambioClimatico/Paginas/Plan-Nacional-de-Adaptacion.aspx#:~:text=El%20Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%C3%B3n,la%20transformaci%C3%B3n%20gradual%20del%20clima.&text=El%20DNP%20es%20coordinador%20del,de%20Ambiente%20>

## 7.5. INFRAESTRUCTURA

La infraestructura son una serie de elementos, servicios y medios necesarios para que una actividad se desarrolle de forma correcta. Esta juega un papel fundamental en el funcionamiento de la sociedad debido a que gran parte de sus actividades son de uso cotidiano y contribuyen a facilitar la vida de las personas, como lo pueden ser servicios de obras públicas, instalaciones, redes, entre otros.

La infraestructura se puede caracterizar en 4 tipos: Infraestructura urbana, Infraestructura económica, Infraestructura militar e Infraestructura de redes.<sup>46</sup>

### 7.5.1. Infraestructura urbana

La infraestructura urbana está conformada por todas las estructuras esenciales que permiten la realización de muchas de las actividades cotidianas como lo son el transporte, suministro de agua, redes de alcantarillado, telecomunicaciones, entre otras.<sup>47</sup>

Cada tipo de estructura está destinada a realizar una o varias funciones que permiten hacer la vida más amena en una sociedad moderna para que el hombre pueda optimizar su tiempo y orientar su capacidad en cosas que requieran más atención. Lo anterior a causa de que el efecto de una sociedad moderna, se basa en su capacidad de desarrollo de infraestructura en un sistema que busca movilizar al mayor número de personas para realizar determinadas actividades de forma eficiente.<sup>48</sup>

---

<sup>46</sup> Estela, M. (1 de Septiembre de 2020). Infraestructura. (Concepto) Recuperado de <https://concepto.de/infraestructura/>

<sup>47</sup> Burdett, M. (16 de Mayo de 2018). *Urban infrastructure*. (geographycasestudy.com) Recuperado de <https://geographycasestudy.com/urban-systems/>

<sup>48</sup> Encyclopedia.com. (2 de Octubre de 2020). The Urban Infrastructure. Recuperado de <https://www.encyclopedia.com/international/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/urban-infrastructure>

*Figura No. 1. Infraestructura Urbana*



Fuente [en línea] disponible en: <https://www.edgargonzalez.com/2014/01/27/10-propuestas-pulmon-barcelona/>

### **7.5.2. Infraestructura económica**

Se refiere a todas las actividades que sustentan actividades económicas de un país, las cuales a través de servicios e instalaciones tienen como función principal no solo aumentar la productividad a nivel general, sino también, la de facilitar el funcionamiento de todas y cada uno de los sectores de la economía implicados en el desarrollo.<sup>49</sup>

*Figura No. 2 Infraestructura económica*



Fuente [en línea] disponible en: <https://www.lifeder.com/infraestructura-economica/>

<sup>49</sup> Reddy, N. (31 de Mayo de 2018). Economic Infrastructure – Intro, Types, Significance. (Toppr) Recuperado de <https://www.toppr.com/bytes/economic-infrastructure/#:~:text=%20SIGNIFICANCE%20OF%20ECONOMIC%20INFRASTRUCTURE%20%201%20The,only%20machinery%20and%20equipment%20but%20also...%20More%20>

La infraestructura económica se puede clasificar en 2 tipos: Infraestructura social e Infraestructura física.

### **7.5.2.1. Infraestructura social**

Este tipo de infraestructura busca satisfacer las necesidades básicas mediante la prestación de servicios tales como: salud, vivienda, acueducto, educación, saneamiento básico, entre otras. Estos servicios impactan en la economía y la productividad después de un tiempo de forma indirecta, por lo que es fundamental para el desarrollo de la sociedad.

### **7.5.2.2. Infraestructura física**

La infraestructura física impacta de forma directa en la producción y economía, apoyando principalmente a los sectores de la industria, comercio y agricultura mediante la implementación de servicios de transporte, telecomunicaciones, finanzas, energía, entre otros, los cuales generan un impacto inmediato en el desarrollo económico.

### **7.5.3. Infraestructura militar**

La infraestructura militar se refiere a todo tipo de estructuras destinadas al funcionamiento y apoyo de operaciones militares, en las que se incluye cuarteles, centros de comunicación, aeródromos, estaciones portuarias, equipamiento militar, etc. Debido al terrorismo y amenazas contra la seguridad nacional, el estado ha financiado la investigación y desarrollo de infraestructura militar en el sector de la defensa.<sup>50</sup>

*Figura No. 3. Infraestructura militar*



Fuente [en línea] disponible en: <https://actualidad.rt.com/actualidad/177386-bases-militares-eeuu-iran-borrar>

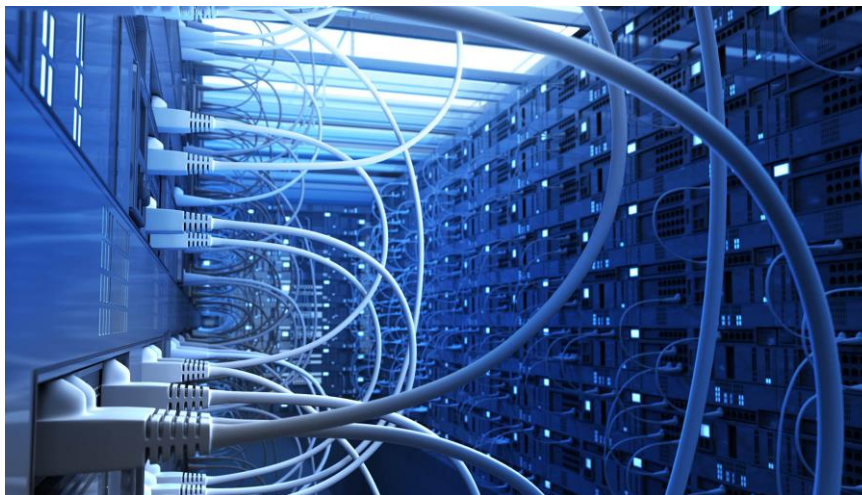
<sup>50</sup> Francis, C. (12 de Agosto de 2020). Military Infrastructure Market Demand & Competitive Analysis by 2025 | AECOM, KBR, Fluor. (marketwatch) Recuperado de <https://www.marketwatch.com/press-release/military-infrastructure-market-demand-competitive-analysis-by-2025-aecom-kbr-fluor-2020-08-12>



#### **7.5.4. Infraestructura de redes**

La infraestructura de redes hace referencia a todos aquellos servicios necesarios para que cualquier tipo de institución pública y privada funcione de forma correcta. Dichos servicios otorgan la posibilidad de conectar, comunicar y organizar las actividades dentro de una empresa mediante los servicios más comunes como lo son las telecomunicaciones, computadores, internet, sistemas de vigilancia, teléfono, etc.<sup>51</sup>

*Figura No. 4. Infraestructura de redes*



Fuente [en línea] disponible en: <https://smartgroupcloud.com/portfolio/infraestructura-de-redes/>

## **8. MARCO JURÍDICO**

### **8.1. PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

---

<sup>51</sup> SOLUTIONS, Z. I. (s.f.). *Qué es la infraestructura de redes y el cableado estructurado*. Recuperado de <https://www.z-net.com.ar/blog-post/que-es-la-infraestructura-de-redes-y-el-cableado-estructurado/>

El Plan De Adaptación Al Cambio Climático fue una de las 4 estrategias planteadas en el **Conpes 3700 de 2011**, un documento donde se planteó la “Estrategia Institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia”. En el documento se establece los diferentes objetivos y alcances que orientan la implementación del PNACC. También se establece la necesidad que tiene el país de preparar planes y estrategias de adaptación para mitigar los efectos actuales y futuros del cambio climático.

Colombia es un país que todavía no ha comprendido el gran impacto que tiene el cambio climático en los ámbitos económicos y sociales, lo cual ha provocado que no se integren procesos de planificación tanto en los sectores productivos como en sectores territoriales. Este desconocimiento trae consecuencias desastrosas para el país, las cuales se traducen a pérdidas económicas y a respuestas mediocres frente a la variabilidad del clima.

Este riesgo creciente hace necesario la creación de estrategias y la implementación de estas en los diferentes sectores del país. Es necesario una gestión adecuada y eficaz ante la problemática, la cual se encuentra formulada en el Plan De Adaptación Al Cambio Climático. Desde la realización de la Convención Marco de las Naciones Unidas, Colombia es uno de los países en vía de desarrollo que hace parte de la estrategia ante la problemática que cada vez más hace necesaria su intervención por parte de más países.<sup>52</sup>

## **8.2. LA LEY 1450 DE 2011**

El artículo 217 de la ley 1450 de 2011, establece la formulación del PNACC, el cual es coordinado directamente por el DNP y a su vez, es apoyado por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Las entidades anteriores junto con el IDEAM deberán definir las diferentes estrategias y metodologías que estarán presentes en el PNACC frente a las problemáticas del cambio climático, esto para presentarlo al CONPES. Las entidades de orden territorial, si lo requieren, deberán ser apoyadas por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.<sup>53</sup>

## **8.3. LEY NO. 1931, DEL 27 DE JULIO DE 2018**

Esta ley establece los lineamientos relacionados con la gestión del cambio climático por parte de las entidades territoriales para el cumplimiento de las acciones necesarias para la adaptación al cambio climático y la mitigación del impacto

<sup>52</sup> DNP. (14 de Julio de 2011). Documento CONPES 3700. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3700.pdf>

<sup>53</sup> COLOMBIA, C. D. (16 de Junio de 2011). LEY 1450 DE 2011. Recuperado de [https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/docs/ddr/CompiladoNormativo\\_Parte3.pdf](https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/docs/ddr/CompiladoNormativo_Parte3.pdf)

causado por la emisión de gases de efecto invernadero. De esta forma se pretende reducir los impactos producto del cambio climático en los ecosistemas del país para así impulsarlo hacia un desarrollo sostenible con el mínimo impacto ambiental posible.<sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> COLOMBIA, C. D. (27 de Julio de 2018). Ley No.1931. Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/LEY\\_1931\\_DEL\\_27\\_DE\\_JULIO\\_DE\\_2018\\_LEY\\_DE\\_CAMBIO\\_CLIM%C3%81TICO.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/LEY_1931_DEL_27_DE_JULIO_DE_2018_LEY_DE_CAMBIO_CLIM%C3%81TICO.pdf)

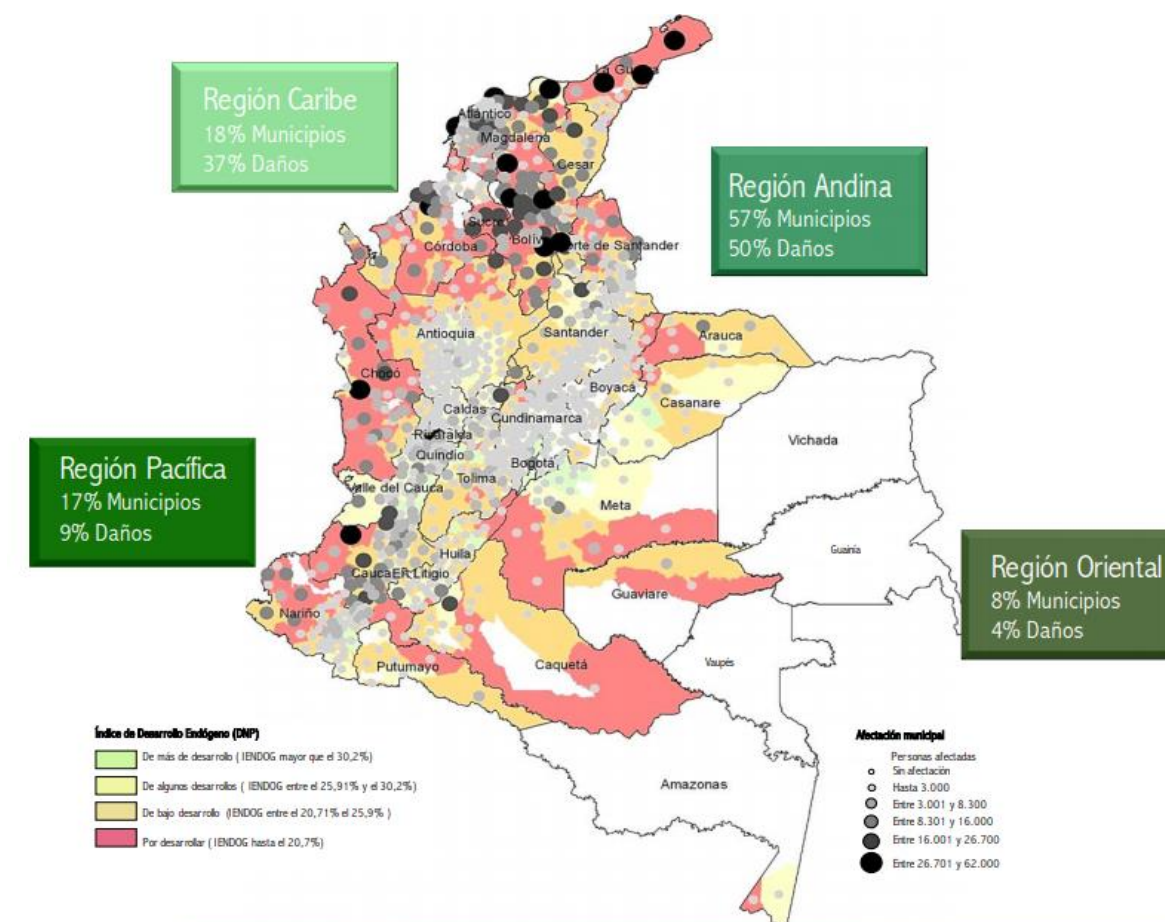
## 9. MARCO GEOGRÁFICO

El cambio climático ha provocado un impacto al país sobre todo a la población de escasos recursos que vive en condiciones de pobreza extrema, la cual suele establecerse en zonas de alto riesgo y en malas condiciones, por lo que, las viviendas de esta población suelen ser afectadas por fenómenos asociados al cambio climático generando a su vez situaciones de desplazamiento y migración.

Según un estudio hecho por la Subdirección de desarrollo ambiental sostenible (SDAS) del Departamento Nacional de Planeación (DNP), los municipios más afectados a causa del fenómeno de la niña en el periodo 2010-2011 se ubican en la región del Caribe y la región Andina provocando el mayor porcentaje de daños en su región; sin embargo, otros municipios del país que no son parte de las regiones mencionadas anteriormente, han sido afectadas como lo es el caso del departamento de Nariño y el Cauca, los cuales reportan uno de los mayores índices de población afectada, y no solo afectando a la población, sino también afectando a la capacidad de desarrollo de la región.

Como se puede observar en el mapa 1, la población más afectada por el fenómeno de la niña es la misma que cuenta con la capacidad endógena más baja, provocando a su vez situaciones de pobreza, mientras que la población que ha sido menos afectada por el fenómeno de la niña cuenta con los índices de desarrollo endógeno más altos, por lo que se puede afirmar que existe una relación inversamente proporcional entre la población afectada y el índice de desarrollo endógeno.

Mapa 1. Impactos fenómeno “La niña” 2010-2011 en Colombia



Fuente: Ministerio de ambiente

Los PNACC sirven para poder mitigar el impacto de los fenómenos asociados al cambio climático que, aunque esto no garantice erradicar completamente la pobreza, es un inicio para poder combatir esta problemática.<sup>22</sup>

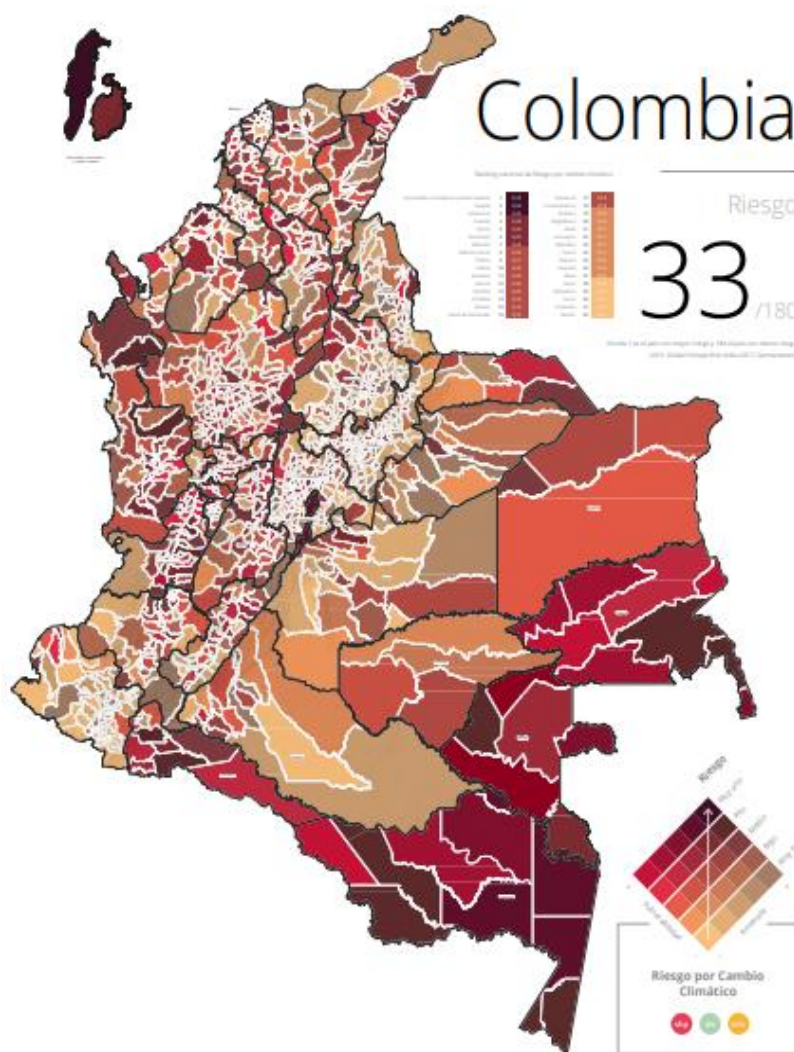
En los años 2001 y 2010, Colombia presentó 2 comunicados ante la CMNUCC con el fin de informar el estado y avances acerca de todos los aspectos relacionados a la mitigación y adaptación del cambio climático. En el año 2017 se presenta, la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC) ante la CMNUCC, el IDEAM junto al PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) estableció el siguiente mapa de Colombia (mapa 2), el cual muestra el nivel de riesgo del cambio climático por municipio en Colombia.<sup>55</sup>

<sup>22</sup> DNP. (2012). Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático. (Ministerio de ambiente) Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan\\_nacional\\_de\\_adaptacion/1.\\_Plan\\_Nacional\\_de\\_Adaptacion/C3%B3n\\_al\\_Cambio\\_Clim%C3%A1tico.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/1._Plan_Nacional_de_Adaptacion/C3%B3n_al_Cambio_Clim%C3%A1tico.pdf)

<sup>55</sup> IDEAM. (s.f.). Tercera Comunicación Nacional De Colombia. Recuperado de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC\\_COLOMBIA\\_CMNUCC\\_2017\\_2.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC_COLOMBIA_CMNUCC_2017_2.pdf)

Los elementos que se asociaron para establecer el nivel de riesgo son la seguridad alimentaria, recurso hídrico, biodiversidad, salud, hábitat humano y la infraestructura. Como se puede ver en el mapa 2, todos los municipios en Colombia presentan algún riesgo debido al cambio climático, siendo la región Andina la más afectada ya que cuenta con el mayor número de municipios en riesgo alto y muy alto (36 municipios), después sigue la región Amazonia con 31 municipios y la región Pacífica con 25 municipios.

*Mapa 2. Riesgo por cambio climático por municipios en Colombia*

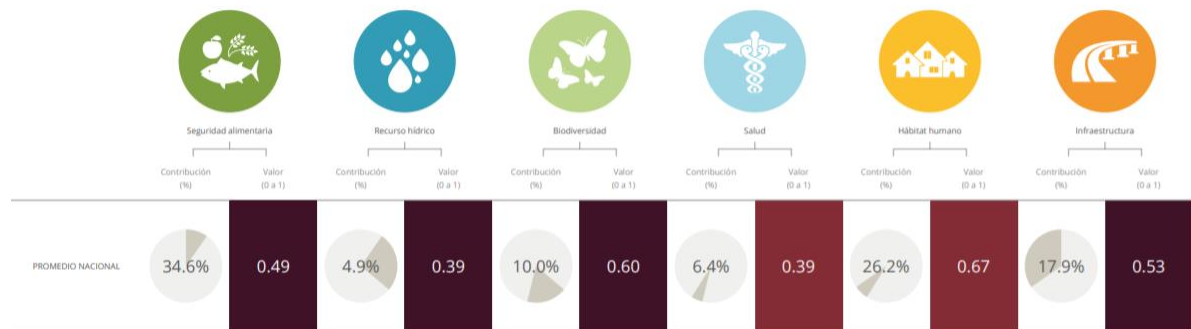


Fuente: IDEAM

Los elementos que integran el riesgo del cambio climático que tienen mayor riesgo de acuerdo a la figura 5 son: la seguridad alimentaria, hábitat humano y la infraestructura. La seguridad alimentaria es afectada principalmente por la alta exposición a la que están sometidos los cultivos ante los cambios del clima causando por cambios de temperatura y de precipitación, afectando el desarrollo

del sector agropecuario. En el caso del hábitat humano, su causa principal se debe al crecimiento urbano poco planificado, generando problemáticas de desplazamiento y migración hacia el interior del país. Por último, en cuanto a la infraestructura, los riesgos se dan en gran medida por las malas prácticas constructivas en las que no se tuvo consideración los impactos del cambio climático para los diseños finales, generando deforestación y otros efectos producto del cambio climático.

*Figura No. 5. Elementos que integran el riesgo del cambio climático*



Fuente: IDEAM

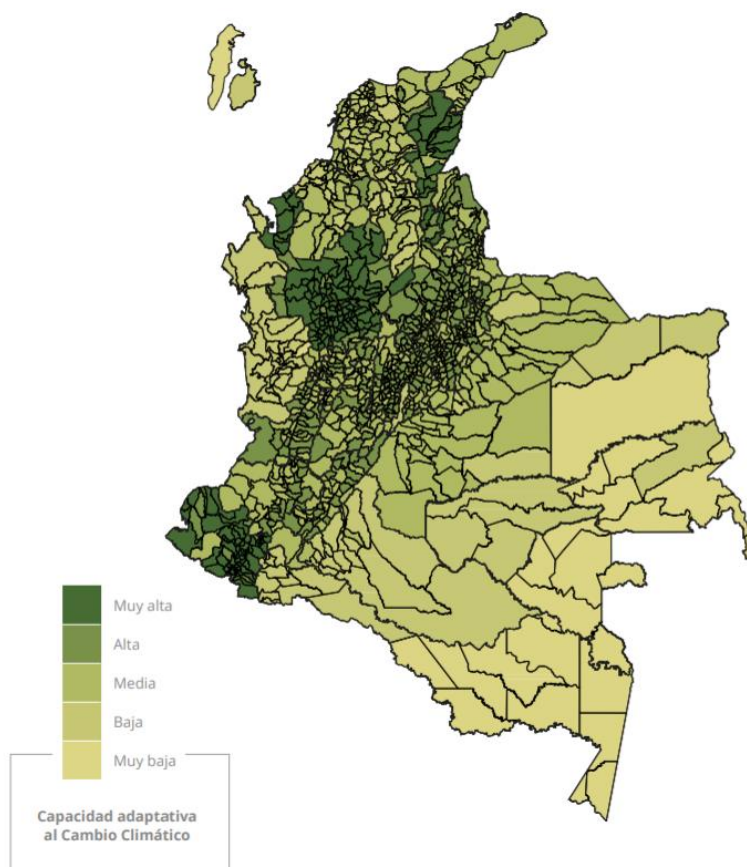
La capacidad adaptativa al cambio climático, es el conjunto de acciones que la población hace para minimizar los efectos contra la variabilidad climática y pasar de amenaza a ser situaciones que pueden ser manejadas de manera correcta para que la población no se vea afectada. Como se puede ver en el mapa 3, la capacidad adaptativa al cambio climático a nivel nacional es bajo, y los municipios que cuentan con la capacidad adaptativa más baja son aquellos que cuentan con mayor riesgo de afectación por el cambio climático.<sup>56</sup>

Por lo que se puede evidenciar que existe una relación inversamente proporcional entre el riesgo por el cambio climático y la capacidad adaptativa de este, lo cual hace indispensable adelantar medidas contra el cambio climático a nivel municipal en donde se haga un reconocimiento del territorio y se empiecen a elaborar planes de adaptación teniendo en cuenta las necesidades que tenga cada municipio.

<sup>56</sup> IDEAM. (s.f.). Resumen Ejecutivo. Recuperado de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023732/RESUMEN\\_EJECUTIVO\\_TCNCB\\_COLOMBIA.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023732/RESUMEN_EJECUTIVO_TCNCB_COLOMBIA.pdf)



Mapa 3. Capacidad adaptativa al Cambio Climático por departamento en Colombia

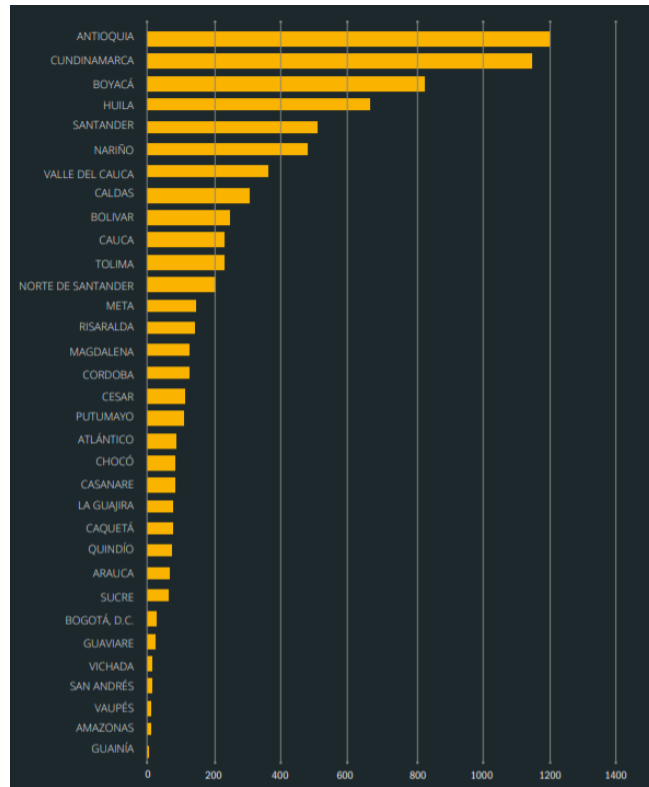


Fuente: IDEAM

En la gráfica 1 se puede observar el número de acciones asociadas a la adaptación al cambio climático entre los años 2010 y 2015 por cada municipio de Colombia. Estas acciones principalmente han sido orientadas a la conservación de microcuencas, adquisición de tierras de reservas naturales, reforestación y conservación de los ecosistemas forestales. La región Andina cuenta con el mayor número de departamentos que han tomado acciones frente a la problemática del cambio climático, mientras que la región Amazónica cuenta con el menor número de acciones de adaptación por departamento, exponiéndolos a muchos de los efectos producto del cambio climático.



*Grafica 1. Acciones asociadas con la adaptación al cambio climático 2011 - 2015 por departamentos en Colombia*

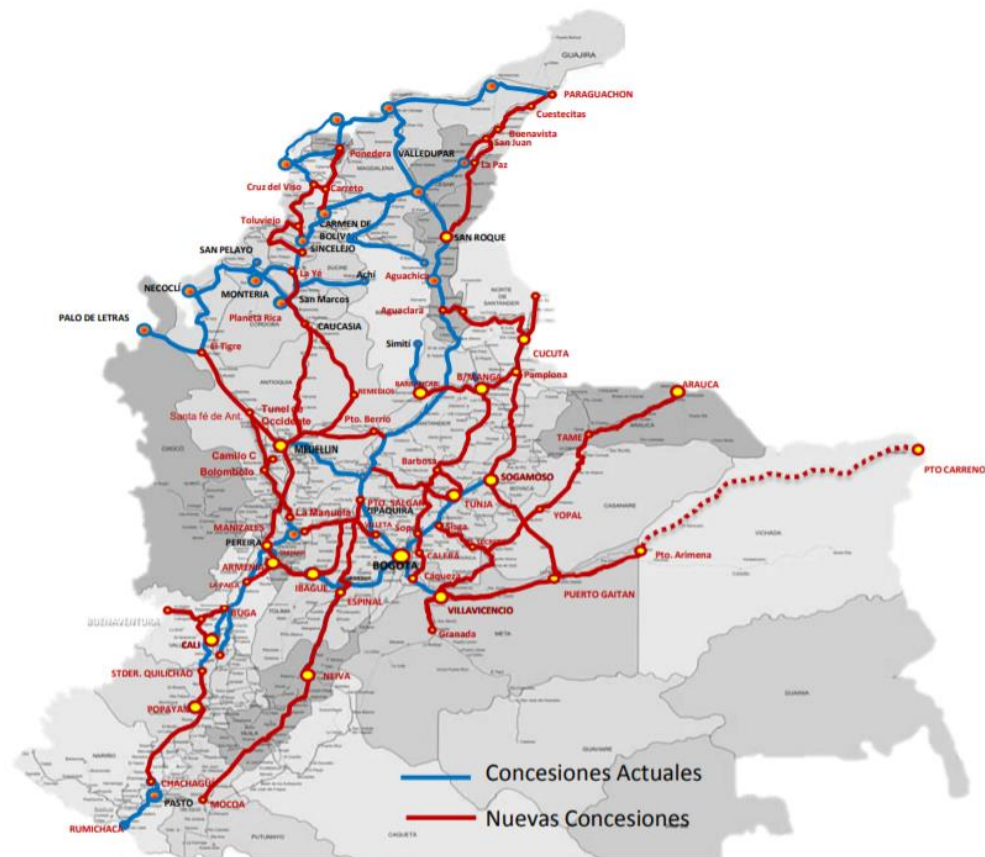


Fuente: IDEAM

La implementación de las vías de cuarta generación en el país permitirá aumentar la competitividad en cuanto a calidad de infraestructura de transporte de carga y de personas, generando múltiples beneficios económicos al país. El mapa 4, muestra las concesiones actuales y las nuevas que se planean construir, las cuales se estiman sean cerca de 8170 kilómetros de vías que se van a intervenir para la realización de este proyecto con una inversión total de \$43,9 billones de pesos.<sup>57</sup>

<sup>57</sup> Moreno, L. F. (s.f.). Cuarta Generación De Concesiones Viales. Recuperado de [https://www.ani.gov.co/sites/default/files/cuarta\\_generacion\\_de\\_concesiones\\_luis\\_fernando\\_andrade\\_moreno.pdf](https://www.ani.gov.co/sites/default/files/cuarta_generacion_de_concesiones_luis_fernando_andrade_moreno.pdf)

Mapa 4. Concesiones actuales y nuevas en Colombia



Fuente: ANI

El proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot tiene como objetivo desarrollar una vía en la Troncal del Magdalena que conecta el sur desde Santa Ana, Putumayo hasta el norte en el Municipio de Puerto Salgar, en donde conecta con el Proyecto Ruta del Sol. A continuación, se puede observar en el mapa 5 la localización del proyecto:

Mapa 5. Localización general del Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot



Fuente: ANI

La importancia de la caracterización aproximada de los tramos radica en conocer el estado actual del tramo correspondiente (Tabla 2), con lo cual se puede establecer si requiere modificación o no. En el caso de que requiera modificarse se pueden proponer cambios, de manera que se podrá adecuar a las condiciones en las que va a operar el proyecto. Adicionalmente, la tabla 2 muestra el ente competente a cargo de cada tramo, junto con las observaciones correspondientes.

Tabla 2. Características aproximadas de los tramos actuales (año 2012)

Código de vía (nomenclatura)	Ente Competente	Origen (Nombre – PR)	Destino (Nombre – PR)	Longitud (Km)	Estado actual	Observación
	Gobernación de Cundinamarca	Girardot	Puerto Salgar	175	Vía secundaria y terciaria bidireccional de bajas especificaciones	Entregada a la Nación para estructuración y ejecución de Concesión mediante convenio de cooperación de 30 de diciembre de 2008.
4510	Nación	Puerto Salgar	Honda	34	Vía primaria bidireccional pavimentada	

Fuente: ANI

El proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot se ha sectorizado por tramos, donde cada uno presenta sus características en la tabla 3. Esta información es crucial ya que muestra que cada tramo, presenta diferentes situaciones en las que se tienen medidas adicionales dependiendo de sus características para que el proyecto final se presente de forma homogénea y funcional. Adicionalmente, se presentan unas longitudes aproximadas, las cuales se deben ejecutar a cabalidad por parte del concesionario encargado de realizar el tramo correspondiente considerando puntos iniciales y finales.

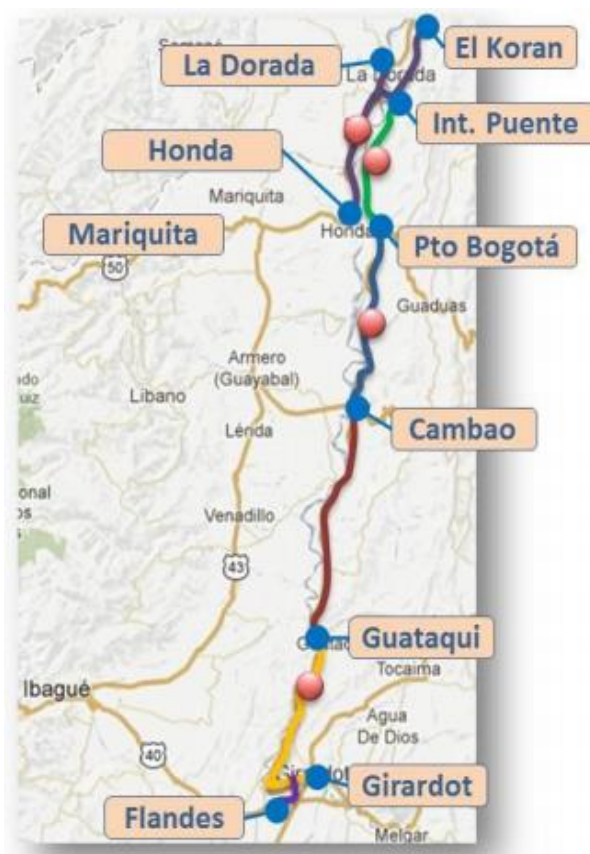
Tabla 3. Sectorización preliminar: Características generales de las unidades funcionales del proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot

UF	Sector	Origen	Destino	Longitud aproximada origen destino	Tipo de intervención general	Observación
1	Variante Flandes Girardot	Flandes	Girardot	5	Mejoramiento y construcción	Incluye puente sobre el Río Magdalena
2	Girardot – Guataquí	Girardot	Guataquí	38	Mejoramiento	
3	Guataquí - Cambao	Guataquí	Cambao	49	Mejoramiento	
4	Cambao – Puerto Bogotá	Cambao	Puerto Bogotá	45	Mejoramiento	
5	Puerto Bogotá – Puerto Salgar	Puerto Bogotá	Puerto Salgar	27	Mejoramiento	Termina al puente de la UF6
6	Honda – La Dorada	Honda	La Dorada	48	Rehabilitación y construcción	Incluye puente sobre el Río Magdalena y conexión hasta la Ruta del Sol

Fuente: ANI

La localización general de las unidades funcionales del proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot (mapa 6) dan cuenta del tipo de intervención que requiere junto con unas observaciones generales. Al observar gráficamente la ubicación de cada tramo junto con sus características, se consigue llegar a una idea general de las situaciones de cada tramo en cuanto al tipo de intervención y observaciones. Esto es crucial a la hora de abordar de la mejor manera cada tramo en específico y adecuarlo al proyecto final.<sup>32</sup>

*Mapa 6. Sectorización preliminar: Localización generales de las unidades funcionales del proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot*



Fuente: ANI

## 10. MARCO DEMOGRÁFICO

Según un informe realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comisión Económica para América latina y el Caribe (CEPAL) y el DNP, muestra los estudios de la población y evalúa los daños producidos a causa del fenómeno de la niña en el periodo 2010-2011. En la tabla 4 se puede evidenciar que los departamentos que recibieron más daño a causa de las inundaciones fueron principalmente Bolívar, Córdoba y Magdalena. Por otro lado, quienes recibieron más daño por deslizamiento fueron Cauca, Tolima y Santander. Los departamentos más afectados por los vendavales fueron el Cauca y Valle del Cauca, obteniendo registros muy por encima de otros departamentos. Por último, los departamentos más afectados debido a avalanchas fueron Antioquia, Tolima y Norte de Santander.

De lo anterior, se puede establecer que gran parte de los eventos producto del fenómeno de “La Niña” que tuvieron mayor impacto, estuvieron concentrados en departamentos con mayor grado de vulnerabilidad y mayores índices de pobreza, mientras que Bogotá obtuvo el menor índice de afectación por estos fenómenos, siendo esta una de las ciudades con el índice de desarrollo endógeno más alto del país.

Tabla 4. Distribución de hogares registrados por tipo de evento

Departamento	Inundación	%	Deslizamiento	%	Vendaval	%	Avalancha	%	Total	%
<b>Total</b>	<b>578 406</b>	<b>100</b>	<b>130 048</b>	<b>100</b>	<b>52 283</b>	<b>100</b>	<b>24 846</b>	<b>100</b>	<b>785 583</b>	<b>100</b>
Amazonas	624	0,1	4	0,0	-	-	1	0,0	629	0,1
Antioquia	28 726	5,0	8 946	6,9	2 359	4,5	3 046	12,3	43 077	5,5
Arauca	1 739	0,3	47	0,0	100	0,2	31	0,1	1 917	0,2
Atlántico	40 570	7,0	5 389	4,1	653	1,2	208	0,8	46 820	6,0
Bogotá	181	0,0	734	0,6	13	0,0	29	0,1	957	0,1
Bolívar	98 211	17,0	4 539	3,5	1 330	2,5	1 222	4,9	105 302	13,4
Boyacá	6 996	1,2	7 458	5,7	1 468	2,8	677	2,7	16 599	2,1
Caldas	2 850	0,5	4 040	3,1	1 383	2,6	409	1,6	8 682	1,1
Caquetá	3 558	0,6	1 219	0,9	849	1,6	464	1,9	6 090	0,8
Casanare	1 986	0,3	434	0,3	112	0,2	81	0,3	2 613	0,3
Cauca	21 069	3,6	19 351	14,9	12 987	24,8	1 831	7,4	55 238	7,0
Cesar	28 438	4,9	2 178	1,7	2 045	3,9	1 244	5,0	33 905	4,3
Chocó	35 693	6,2	2 672	2,1	1 561	3,0	1 014	4,1	40 940	5,2
Córdoba	53 227	9,2	6 386	4,9	1 015	1,9	933	3,8	61 561	7,8
Cundinamarca	6 111	1,1	6 200	4,8	1 337	2,6	826	3,3	14 474	1,8
Guaviare	41	0,0	2	0,0	70	0,1	-	-	113	0,0
Huila	1 762	0,3	3 250	2,5	1 348	2,6	832	3,3	7 192	0,9
La Guajira	41 803	7,2	545	0,4	735	1,4	635	2,6	43 718	5,6
Magdalena	83 620	14,5	2 109	1,6	749	1,4	711	2,9	87 189	11,1
Meta	4 211	0,7	270	0,2	331	0,6	485	2,0	5 297	0,7
Nariño	18 480	3,2	10 996	8,5	1 194	2,3	1 190	4,8	31 860	4,1
Norte de Santander	8 427	1,5	12 334	9,5	1 423	2,7	2 498	10,1	24 682	3,1
Putumayo	3 005	0,5	247	0,2	722	1,4	54	0,2	4 028	0,5
Quindío	471	0,1	818	0,6	2 378	4,5	209	0,8	3 876	0,5
Risaralda	6 492	1,1	1 466	1,1	1 630	3,1	194	0,8	9 782	1,2
Santander	9 446	1,6	10 524	8,1	944	1,8	2 160	8,7	23 074	2,9
Sucre	37 357	6,5	378	0,3	157	0,3	57	0,2	37 949	4,8
Tolima	11 898	2,1	11 271	8,7	4 082	7,8	2 588	10,4	29 839	3,8
Valle del Cauca	21 414	3,7	6 241	4,8	9 308	17,8	1 217	4,9	38 180	4,9
<b>Participación %</b>	<b>73,6</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>6,7</b>	<b>-</b>	<b>3,2</b>	<b>-</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

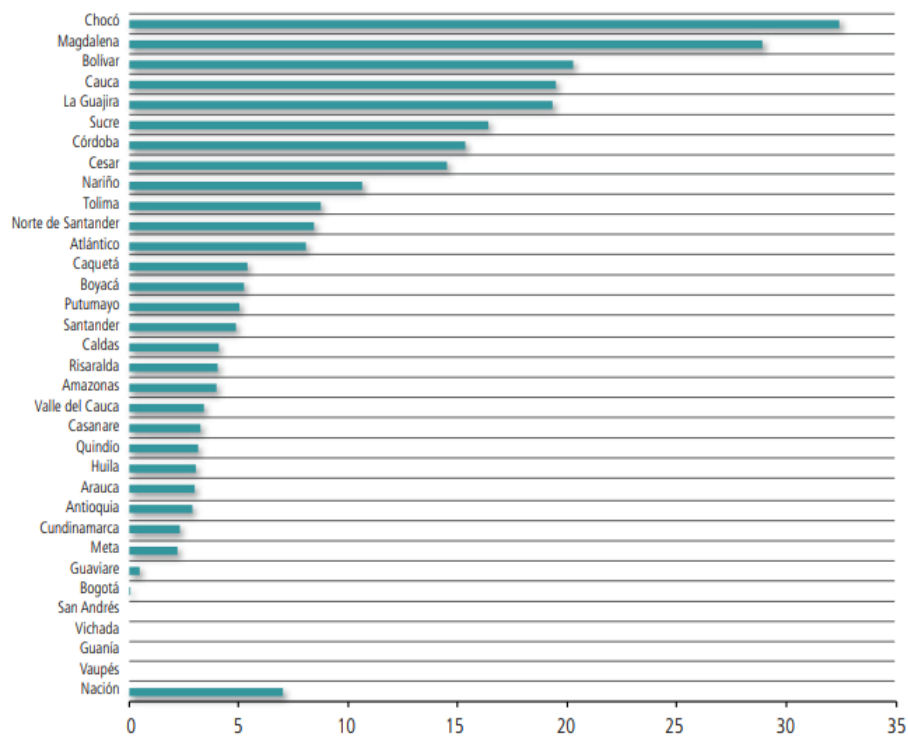
Fuente [en línea] disponible en:

<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19331/valoraciondedanosyperdidas-olainvernal2010-2011.pdf;sequence=1>

De acuerdo con la gráfica 2, se puede observar que gran parte de la población afectada a causa del fenómeno de la Niña en el periodo 2010-2011 corresponde a los departamentos del Chocó y Magdalena, quienes cuentan con los índices más altos de intensidad y afectación con valores alrededor del 30% de la población total. Por otra parte, departamentos como Bogotá, San Andrés, Vichada, Guainía y Vaupés registraron los valores más bajos, los cuales refuerzan lo visto en la tabla 4, donde a medida que la población es más susceptible a eventos de desastre natural, tiende a ser más afectada en el total de la población generando a su vez situaciones de pobreza, migración y desplazamiento.<sup>58</sup>

<sup>58</sup> BID, & Cepal. (2012). Valoración de daños y pérdidas. Recuperado de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19331/valoraciondedanosyperdidas-olainvernal2010-2011.pdf;sequence=1>

*Grafica 2. Intensidad de la afectación en porcentaje de la población afectada de la población total del departamento*

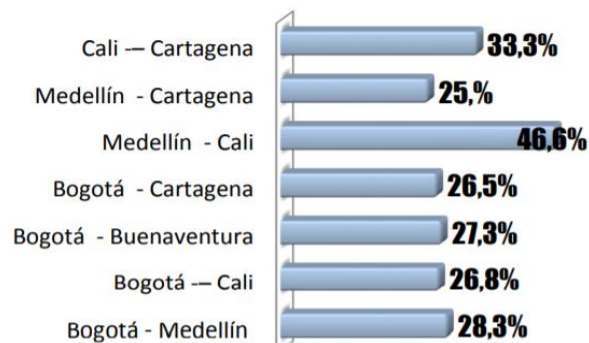


Fuente [en línea] disponible en:

<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19331/valoraciondedanosyperdidas-olainvernal2010-2011.pdf;sequence=1>

Se estima que la implementación de las vías de cuarta generación según la gráfica 3, ahorrara los tiempos de viaje en determinadas rutas que se tiene previsto la construcción de vías de este tipo. Entre este tipo de vías se destaca la ruta Medellín - Cali con un 46,6% de ahorro en el desplazamiento entre ambos territorios. Se tiene proyectado que una vez las vías se encuentren en funcionamiento, ahorrarán los tiempos de viaje en aproximadamente un 30%.

*Grafica 3. Ahorro en tiempos de viaje*

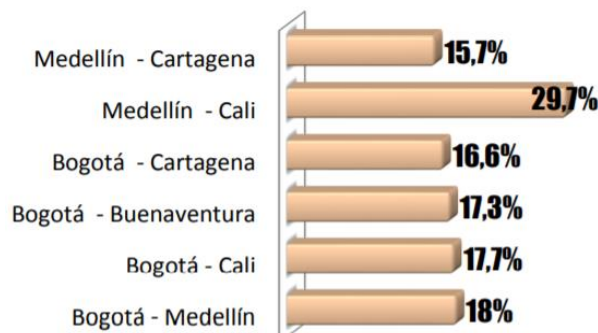


Fuente: ANI



El ahorro en tiempos de viaje disminuirá el costo de operación vehicular, el cual reducirá sustancialmente el consumo de combustibles fósiles, minimizando así el impacto ambiental generado por la emisión de dióxido de carbono. Según la gráfica 4 se tiene previsto que el ahorro en costo de operación vehicular a nivel general en las vías de cuarta generación será de aproximadamente el 20%. Además, al comparar las gráficas 3 y 4, se puede observar una relación directamente proporcional entre el ahorro en tiempos de viaje y el ahorro en costo de operación, en donde la ruta Medellín - Cali presenta el mayor ahorro de costo de operación vehicular.<sup>30</sup>

*Gráfica 4. Ahorro en costo de operación*



Fuente: ANI

Es importante conocer la tarifa de los peajes que se encuentran consignados en la tabla 5 con el fin de obtener la utilidad de la vía para futuros mantenimientos y recuperación de la inversión inicial. Dicha tarifa varía de acuerdo con el tipo de vehículo, aclarando que esta corresponde a una tarifa preliminar la cual está sujeta a cambios.<sup>32</sup>

*Tabla 5. Peajes nuevos (preliminar sujeto a cambios)*

Nombre	Tramo	Sentido de cobro	Tarifa actual (COP 2012) <sup>3</sup>				
			Cat I	Cat II	Cat III	Cat IV	Cat V
N. 1	Cambao - Girardot	Bidireccional	7.600	10.700	14.600	19.400	27.700
N. 2	Pto Bogotá - Cambao	Bidireccional	7.600	10.700	14.600	19.400	27.700
N. 3	Pto Bogotá – Pto Salgar	Bidireccional	7.600	10.700	14.600	19.400	27.700
N. 4	Honda – Pto Salgar	Bidireccional	7.600	10.700	14.600	19.400	27.700

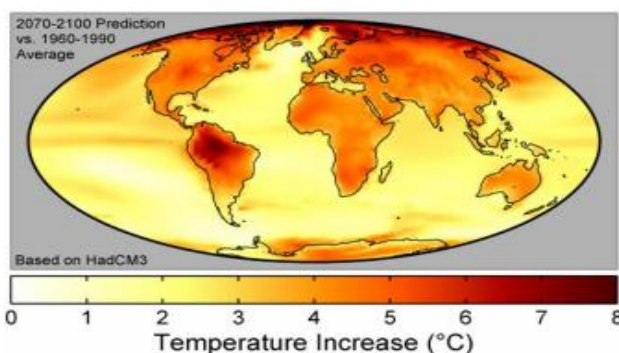
Fuente: ANI

## 11. ESTADO DEL ARTE

En este apartado se realizará una revisión de algunos repositorios existentes dentro y fuera de la Universidad Católica. Esto con el fin de identificar estudios previos relacionados al tema del proyecto, que han sido material de apoyo para la elaboración del trabajo.

En el año 2011, Gonzalo Duque Escobar, realizó un documento titulado “Calentamiento global en Colombia”, en colaboración con la Universidad Nacional de Colombia en la sede de Manizales para celebrar y conmemorar el Día Mundial del Medio Ambiente realizando una conferencia donde se reflexionaría sobre la importancia de la adaptación ambiental. En el documento, se plantean las diferentes causas y consecuencias acerca de los efectos que tiene el calentamiento global en Colombia.<sup>59</sup>

*Figura No. 6. Calentamiento global*



Fuente [en línea] disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/54046/1/elciudadodelacasacomun.pdf>

Se nombran las diferentes causantes que pueden conllevar a largo plazo el aumento del calentamiento global, como lo son la emisión de gases de efecto invernadero debido a las acciones antrópicas o naturales y a la deforestación. También nombran las consecuencias o desastres que tiene el cambio climático y da una visión de sus efectos a largo plazo. Además, se caracteriza por nombrar los efectos del cambio climático en Colombia, demostrando la amenaza que conlleva la exposición a estos cambios extremos y su impacto agrícola, teniendo en cuenta que Colombia es un país que basa gran parte de su economía en el sector agropecuario.

En el año 2015, la Universidad del Rosario, en cabeza de Fernando Jaramillo y Mónica Gómez, bajo la coordinación de diferentes entidades como el DNP, el BID, y los aportes de CEPAL, realizaron un documento investigativo donde se analiza la correlación directa entre el crecimiento económico y los cambios climáticos

<sup>59</sup> Escobar, G. D. (5 de Junio de 2011). Calentamiento global en Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/3673/1/gonzaloduqueescobar.201138.pdf>

extremos. En el documento se expone la variabilidad de los efectos que tiene el cambio climático dependiendo de los sectores o zonas del país, ya que en estas varían tanto su economía, necesidades y condiciones de cada región.

La investigación tiene como objetivo analizar el impacto que tienen las consecuencias naturales del cambio climático sobre el desarrollo económico del país en términos de las diferentes condiciones socioeconómicas de Colombia. Esto para permitir que los gobiernos internos se les facilite dirigir la inversión y la gestión frente a los cambios extremos del clima. Se pretende realizar esto mediante diferentes modelaciones matemáticas y económicas que se realizan para determinar la relación de los desastres y el PIB del país.<sup>60</sup>

La Universidad Católica en el 2014, en colaboración con la Universidad de Budapest y en cabeza de Gábor Kutasi, realizó un estudio acerca de los dilemas presupuestarios relacionados al cambio climático, donde se exponen las dificultades de la inversión tanto en la adaptación como en la mitigación del cambio climático. Expone que los cambios aleatorios o inciertos que tiene el clima, tiene un impacto en la estructura de las finanzas públicas tanto en los costos como en los gastos que se tienen.

También habla del gran dilema que tienen los responsables de la política fiscal frente a las combinaciones óptimas entre los impuestos y los gastos requeridos para la adaptación y mitigación del cambio climático. Esto debido a que la política fiscal también debe encargarse del cuidado en términos de la economía interna del país, administrando los diferentes mercados, los cuales son de vital importancia para el crecimiento económico.<sup>61</sup>

En el año 2017, Rodolfo Sapiains Arrué, Ana María Ugarte Caviedes y Paulina Aldunce de la Universidad de Chile, en su artículo “Los significados de la participación para el cambio climático en Chile”, se revisaron diferentes modelos de gobernanza del cambio climático en Chile para luego compararlos y mencionar los alcances y limitaciones de cada método, observando cómo es la participación ciudadana en la política pública sobre el cambio climático en el país. Finalmente, se especifica el método que fue más agradable para el correcto entendimiento de la problemática del cambio climático en la población chilena, el cual se basó en la entrega de información, talleres y búsquedas realizadas a través de internet.

En la medida que se encuentre el método más eficiente para transmitir información sobre la problemática del cambio climático, más personas podrán conocer la

---

<sup>60</sup> DNP. (2015). Costos Económicos de los eventos extremos. Recuperado el 14 de Septiembre de 2020, de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Impactos-econ%C3%B3micos-del-cambio-clim%C3%A1tico-en-Colombia-costos-econ>

<sup>61</sup> Kutasi, G. (2015). Budgetary Dilemmas Related to Climate Change. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/17645/1/4Dilemas%20presupuestales%20relacionados%20con%20el%20cambio%20clim%C3%A1tico.pdf>

compleja situación que atraviesa el país en materia de medidas contra el cambio climático. Posteriormente, conocida esta información, se empezarán a elaborar estrategias para combatir esta problemática con toda la población.<sup>62</sup>

En el año 2005, Mónica Moreno Rojas de la Universidad de Chile, realizó una revisión del protocolo de Kyoto en aspectos jurídicos y políticos, tomando como referencia a Chile, sus aportes al protocolo de Kyoto y aspectos a mejorar. Se mencionan todas las problemáticas que genera el cambio climático y todos los antecedentes en materia política y ambiental que contribuyeron en la creación del protocolo de Kyoto. El protocolo de Kyoto se dio no solo por la preocupación de las emisiones de GEI, sino a raíz de intereses económicos por parte de algunos países de la comunidad europea a quienes les resultaba económicamente rentable y por apariencia de concientización con el medio ambiente, apoyar proyectos de descontaminación.

En Chile se elaboró un proyecto acerca de “Mercado de bonos de emisión transables”, el cual es similar desde un punto de vista operativo al protocolo de Kyoto, ya que este solo será impulsado debido a intereses netamente económicos, en donde ha sido rechazado por la Cámara de diputados aun cuando se ha demostrado su importancia en el país; sin embargo, algunas empresas nacionales están empezando a participar en el mercado de bonos de descontaminación y por ello el proyecto chileno está empezando a ser tema de interés por parte de empresas nacionales del país.<sup>63</sup>

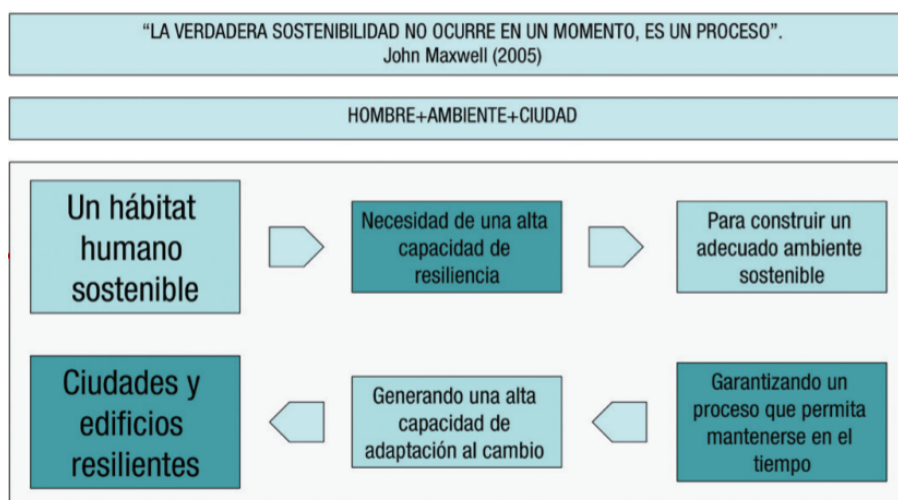
En el año 2017, Rolando Arturo, Cubillos-González, Francisco Javier y Novegil-González-Anleo de la Universidad Católica de Colombia, analizaron los impactos por el cambio climático en el hábitat urbano para la ciudad de Bogotá y la necesidad de construir edificaciones resilientes en la capital, donde en primera instancia se habla de la importancia de mitigar los impactos ambientales que afectan a las diferentes estructuras de la ciudad y cómo estos impactos ambientales van a aumentar sus efectos a través del tiempo, afectando la sostenibilidad de la ciudad e incrementando la demanda de agua y energía. Por otro lado, se hacen más evidentes las olas de calor, generando incendios forestales en los cerros orientales, provocando en términos estructurales, una disminución en la eficiencia de la ventilación en las edificaciones.

---

<sup>62</sup> Arrué, R., Ugarte, A., & Aldunce, P. (30 de Junio de 2017). Los significados de la participación para el cambio climático en Chile. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152297/The-Meanings-of-Participation.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<sup>63</sup> Rojas, M. M. (2005). Protocolo de Kyoto, Análisis e implicancias de sus mecanismos. Recuperado de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/107565/moreno\\_m.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/107565/moreno_m.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

*Figura No. 7. Concepto de resiliencia en la ciudad*



Fuente [en línea] disponible en:

[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/20051/1/Territorios-resilientes-y-eficientes-en-Bogota\\_Cap01.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/20051/1/Territorios-resilientes-y-eficientes-en-Bogota_Cap01.pdf)

De acuerdo a la figura 7, es necesario fomentar el concepto de resiliencia en la ciudad con el objetivo de brindar la capacidad suficiente de adaptarse a los impactos producto del cambio climático. De acuerdo a esto, se le recomienda al sector de construcción implementar prácticas constructivas que generen el menor impacto posible para poder proteger el ambiente y reducir el consumo energético por parte de la población.<sup>64</sup>

En tema de infraestructura, la Universidad Católica, en el año 2016, en cabeza de Lina Ortiz y Dilan Pinto, realizaron un trabajo de grado titulado “Construcción Sismo Resistente Sostenible Adaptada Al Cambio Climático”, donde explora la eficiencia de las viviendas sostenibles adaptadas al cambio climático frente a movimientos sísmicos que afectan la misma. Su énfasis principal, se basa en buscar las dificultades que presentan las construcciones sostenibles frente a los cambios climáticos y la búsqueda de nuevas tecnologías que permitan una mejor adaptabilidad.

En el documento también se evalúan las diferentes alternativas que puedan cumplir con las solicitudes sismo resistentes y a una buena adaptabilidad ante los efectos del cambio climático, siendo este una de las principales consecuencias a las que están expuestas las obras de infraestructura en Colombia. Se plantea que el Bahareque encementado es una de las mejores alternativas sismo resistente que se puede llevar a cabo para mitigar los efectos sísmicos y la variabilidad climática. Esto debido a sus propiedades estables, ligeras y flexibles en cuanto a los

<sup>64</sup> Cubillos, R., & Novegil, F. (s.f.). Bogotá frente al cambio climático. Recuperado de [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/20051/1/Territorios-resilientes-y-eficientes-en-Bogota\\_Cap01.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/20051/1/Territorios-resilientes-y-eficientes-en-Bogota_Cap01.pdf)

movimientos sísmicos. Además, son una buena alternativa en la adaptación al medio ambiente, debido a sus propiedades energéticas y sus bajos costos.<sup>65</sup>

En el año 2019, la Universidad Ricardo Palma de Perú, en cabeza de Karla Cachi y Nuria Sánchez, realizaron una tesis nombrada “Cambio climático y resiliencia en carreteras”, donde se realizó un estudio de los impactos y efectos negativos del cambio climático en la infraestructura vial. Se tomó como caso de estudio una vía con el fin de identificar las principales amenazas que afectaban a esta, y plantear un plan de mitigación y adaptación al cambio climático para lograr una resiliencia frente a las consecuencias que podría tener la operación y mantenimiento de la infraestructura vial.<sup>24</sup>

Figura No. 8. Impacto de eventos naturales



Fuente [en línea] disponible en:

[http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2676/CIV\\_T030\\_70558967\\_T%20%20%20CACHI%20CALDERON%20KARLA%20SHELLY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2676/CIV_T030_70558967_T%20%20%20CACHI%20CALDERON%20KARLA%20SHELLY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

En la figura 8, se exponen los diferentes impactos que puede tener la infraestructura vial frente a los cambios extremos del clima. Se planteó un plan de resiliencia el cual

<sup>65</sup> Ortiz, L., & Pinto, D. (2016). Construcción sismoresistente sostenible adaptada al cambio climático. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13954/4/CONSTRUCCION%20SISMORESISTENTE%20SOSTENIBLE%20ADAPTADA%20AL%20CAMBIO%20CLIMATICO.pdf>

<sup>24</sup> Calderon, K., & Sánchez, N. (s.f.). Cambio Climático y resiliencia en carreteras. (2019) Recuperado de [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2676/CIV\\_T030\\_70558967\\_T%20%20%20CACHI%20CALDERON%20KARLA%20SHELLY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2676/CIV_T030_70558967_T%20%20%20CACHI%20CALDERON%20KARLA%20SHELLY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

constaba de tres partes fundamentales, la primera acerca de la anticipación, donde se establecen diferentes recomendaciones para prevenir inundaciones o deslizamientos que puedan afectar la estructura vial o poner en riesgo la vida de las personas tales como: la descolmatación de ríos, educación y concientización de la población y de los profesionales encargados, del mantenimiento periódico del drenaje, entre otros. La segunda habla de la adaptación, donde se realizan diseños en el drenaje, previniendo las altas precipitaciones que se puedan presentar en el futuro y la realización de cronogramas de mantenimiento vial. El tercero y último, recibe el nombre de “prosperar”, el cual se refiere a la relación entre la prevención y adaptación, los cuales son fundamentales para lograr una mitigación de las amenazas en la infraestructura vial.

En el año 2016, la Universidad Nacional, en cabeza de Juliana Patricia Frías, realizó una tesis con el título de “Planteamiento de Lineamientos Geotécnicos Útiles con Miras a la Adaptación Frente al Cambio Climático de la Red Vial Carretera Primaria Colombiana”, donde su principal objetivo fue plantear diferentes estrategias y lineamientos que puedan contribuir al plan de vías CC (Vías compatibles con el clima), el cual tiene como enfoque, la generación de planes de adaptación que tengan efectos positivos en el impacto del cambio climático en la infraestructura vial Colombiana.

El documento establece la importancia que tiene la adaptación de estrategias para mitigar el cambio climático en Colombia de acuerdo a los pronósticos del IDEAM, los cuales indican diferentes efectos negativos a largo plazo que tendrá el país; tal es el caso del aumento de la temperatura en Colombia entre 1.5 y 2° o la disminución de las precipitaciones seguido de grandes periodos de sequía. Si bien se sabe que Colombia no contribuye de manera considerable en la emisión de gases de efecto invernadero, es uno de los países más vulnerables frente al cambio climático debido a su ubicación en una zona tropical del planeta, donde se tiene bastante diversidad geológica y ecosistémica.

También recalca la importancia que tienen los estudios y diseños geotécnicos teniendo en cuenta los riesgos futuros a los que pueden enfrentarse los proyectos de infraestructura vial. Es de gran relevancia la creación de lineamientos por parte de Colombia para minimizar los impactos del cambio climático en la infraestructura vial, debido a que esta última, tiene una participación del 70% dentro de los servicios de transporte en el país tanto en la parte comercial como civil. La infraestructura vial en Colombia es una de las más importantes, ya que su impacto negativo o positivo, afecta de manera directa el PIB y el desarrollo económico del país, traduciéndose a daños tanto sociales como económicos.

Con el fin de minimizar tales efectos, el gobierno nacional ha planteado concesiones de vías de cuarta generación con el fin de construir una malla vial eficiente en

términos de operación, capacidad y adaptación frente a los diferentes cambios climáticos que puedan afectar al país.<sup>66</sup>

La Universidad de los Andes, en cabeza de Susana Liévano y Juan Gabriel Silva, realizaron una tesis de grado en el año 2014, la cual se titula “La Importancia De La Cuarta Generación De Concesiones En El Desarrollo De La Infraestructura En Colombia”. Su objetivo es demostrar la importancia que tiene las vías 4G en Colombia, teniendo en cuenta las necesidades socioeconómicas que tiene el país en base al desarrollo.<sup>67</sup>

---

<sup>66</sup> Frias, J. P. (2016). Planteamiento de lineamientos geotécnicos útiles con miras a la adaptación frente al cambio climático de la red vial carretera primaria Colombiana. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/58081/1/1053765189.2016.pdf>

<sup>67</sup> Liévano, S., & Silva, J. (2014). La importancia de la cuarta generación de concesiones en el desarrollo de la infraestructura en Colombia. Recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/16816/u703047.pdf?sequence=1>



## 12. METODOLOGÍA

Para poder evaluar e identificar el impacto que ha tenido el PNACC en el Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot, fue necesario realizar un análisis referente a los 3 objetivos específicos que se plantearon. A continuación, se planteará una metodología, la cual se tendrá en cuenta para el desarrollo de cada uno de los objetivos.<sup>68</sup>

El primer objetivo se compone de dos partes fundamentales (Figura 9), como lo son el estado actual del PNACC en Colombia y la comparación de este con el de otros países de la zona. El alcance del estado actual para el presente proyecto, consta de 3 pilares fundamentales tales como la percepción de la población frente al cambio climático en términos de sus causas, consecuencias, amenazas, entre otros; una revisión del inventario de gases de efecto invernadero a partir de las emisiones y absorciones por cada departamento y grupos económicos más representativos y las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático para enfoques relacionados al ámbito de la infraestructura.

La segunda parte del primero objetivo se desarrollará a partir de una matriz comparativa, que tendrá como base los inventarios de GEI contemplados en la tercera comunicación. Estos inventarios están estructurados por las emisiones de cada sector económico, de los cuales solo se tendrán en cuenta los subsectores relacionados al campo de la infraestructura.

Para llevar a cabo el desarrollo del primer objetivo, se propuso usar un enfoque desde el punto de vista descriptivo con el propósito de realizar una descripción lo más objetiva posible en función de estudios y estadísticas ya realizadas. Esta metodología se usará para la revisión de la percepción de la población colombiana frente al cambio climático, de acuerdo con un estudio realizado en la tercera comunicación, el cual está conformado por diversas encuestas con diferentes características las cuales serán descritas y analizadas en un contexto general.

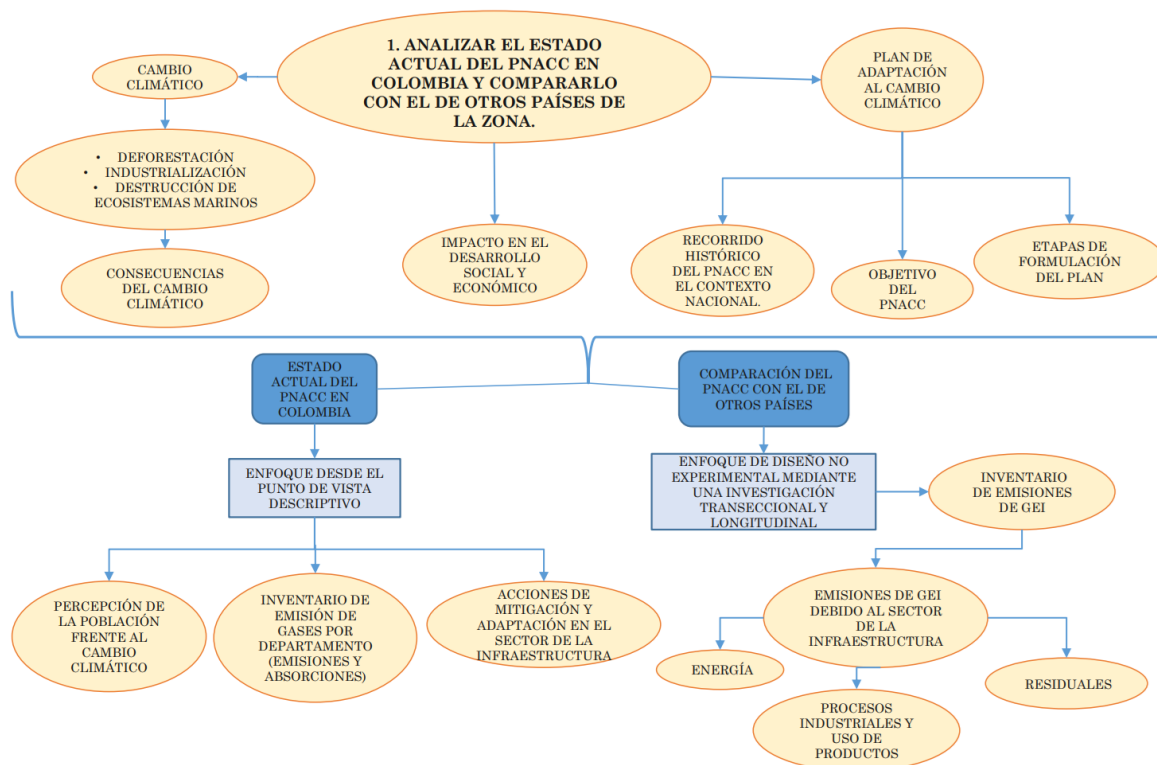
La investigación también se abordó desde el punto de vista descriptivo para poder detallar y describir cómo se manifiestan fenómenos, situaciones, contextos y eventos, a su vez, estos estudios buscan describir las propiedades, características y perfiles de grupos de personas, objetos o cualquier fenómeno que se someta a un análisis. Para este caso, se describieron los resultados de las emisiones y absorciones generadas en los diferentes departamentos, dentro de la Tercera Comunicación de Gases de Efecto Invernadero. Posteriormente, se describieron y analizaron las diferentes acciones de mitigación y adaptación al cambio climático asociados al sector de la infraestructura con el objetivo de lograr una mejora progresiva en este aspecto.

---

<sup>68</sup> Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2010). Metodología de la investigación. Recuperado de <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

Para llevar a cabo el desarrollo de la segunda parte del primer objetivo, esta se abordó desde un enfoque de diseño no experimental mediante una investigación transeccional y longitudinal, lo que permitió observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para luego analizarlos centrándose en la evaluación de una situación en un tiempo único para el caso de la investigación transeccional, siendo su objetivo el de describir y analizar la incidencia e interrelación de las variables en un momento dado. En este caso se analizó la relación entre el PNACC de Colombia con el de otros países de la zona mediante las emisiones de GEI debido a las actividades y procesos del sector de la infraestructura y su relación directa con el impacto en cada país para un determinado tiempo. También, la investigación longitudinal permitió analizar los cambios a través del tiempo de determinadas variables en puntos o periodos con el fin de realizar inferencias respecto al cambio y a sus consecuencias. En este caso se analizó y describió el comportamiento de las emisiones de GEI a través del tiempo en Colombia y Chile en el sector de la infraestructura.

Figura No. 9. Mapa mental (Objetivo 1)

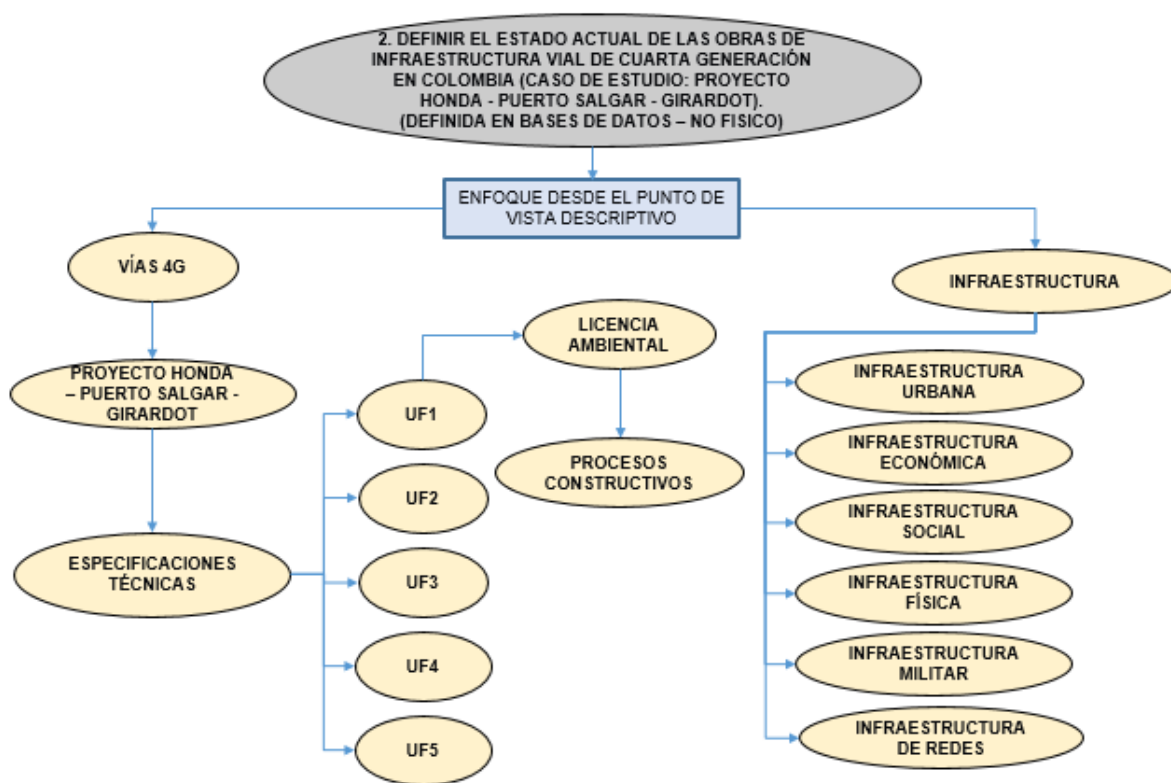


Elaboración propia

El segundo objetivo (Figura 10), el cual hace referencia al estado actual del proyecto, se abordará desde un punto de vista descriptivo, partiendo de las especificaciones técnicas, expuestas en los documentos de la ANI, de los tramos

funcionales que comprenden el proyecto Honda – Puerto Salgar – Girardot. Así como se mencionó en el marco teórico, solo se tendrá en cuenta los procesos constructivos para el primer tramo funcional UF1 el cual conecta Flandes y Girardot. Estos procesos constructivos se describirán a partir de la licencia ambiental del tramo.

Figura No. 10. Mapa mental (Objetivo 2)



Elaboración propia

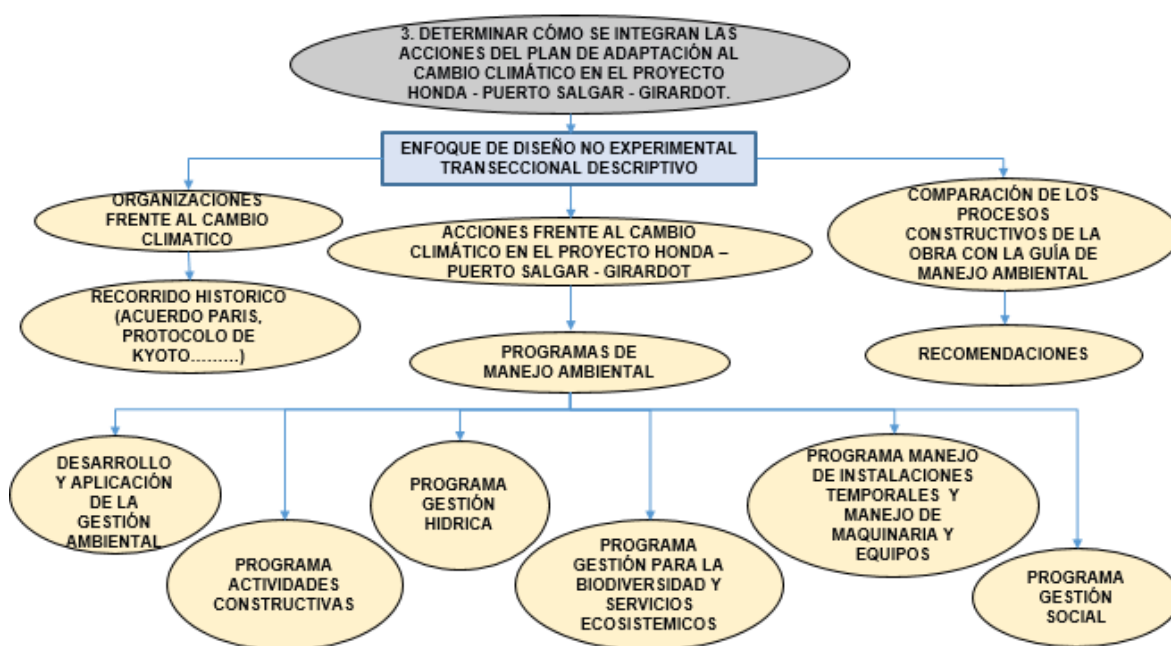
Finalmente, en el tercer objetivo referente a la integración de las acciones del PNACC en el proyecto Honda – Puerto Salgar – Girardot (Figura 11), se abordó desde un enfoque de diseño no experimental transeccional descriptivo, el cual tiene como propósito indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consistió en ubicar en diferentes variables a un conjunto de procesos y así proporcionar una descripción de estas. Se establecerá si todas las actividades involucradas en el proceso constructivo del tramo UF1 del proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot, está contemplada en cada una de las actividades expuestas en las Especificaciones Generales del INVIAS, teniendo en cuenta la licencia ambiental del tramo correspondiente.

De esta forma se logró realizar una matriz comparativa desde el aspecto e impacto ambiental que generan los procesos constructivos que se establecen en la Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura del subsector vial y los procesos

constructivos, los cuales se llevaron a cabo durante la etapa constructiva del Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot. Una vez realizada esta comparación se procede a describir los programas de manejo ambiental presentes en la licencia y en los PAGAS de cada uno de los tramos de la vía. Si se desea ahondar mayormente en la descripción de estos programas tenidos en cuenta, se recomienda revisar el Anexo 3.

Es necesario aclarar que dentro de los planes de manejo ambiental tenidos en cuenta para el caso de estudio, están contempladas diferentes estrategias resilientes en cuanto a los impactos generados por las actividades constructivas del primer tramo y la manera de mitigar estos impactos.

*Figura No. 11. Mapa mental (Objetivo 3)*



Elaboración propia

### 13. CRONOGRAMA

Tabla 6. Cronograma

Actividad de descripción	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Recopilación de información del PNACC en Colombia								
Diagnostico del estado actual del PNACC en Colombia								
Reunión con el tutor y ajustes de acuerdo a sus comentarios								
Recopilación de información del PNACC en otros países								
Investigación de la factibilidad de invertir en el PNACC ante los cambios climáticos y su influencia en la economía del país								
Reunión con el tutor y ajustes de acuerdo a sus comentarios								
Recopilación de información sobre la influencia de las obras de infraestructura en el cambio climático y viceversa								
Investigar el estado actual del proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot								
Reunión con el tutor y ajustes de acuerdo a sus comentarios								
Actividad de descripción	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
Análisis de las diferentes consecuencias del cambio climático en el tiempo								
Análisis del impacto del cambio climático en las obras de infraestructura vial en Colombia								
Reunión con el tutor y ajustes de acuerdo a sus comentarios								
Se desarrolla la evaluación del PNACC con respecto al proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot.								
Se plantean recomendaciones que contribuyan de manera positiva en el PNACC								
Reunión con el tutor y ajustes de acuerdo a sus comentarios								
Cambios de acuerdo a las recomendaciones del tutor								
Entrega de la propuesta final a la Universidad								

Elaboración propia

En el presente trabajo se tuvo en cuenta el cronograma (Tabla 6), estableciendo cada una de las actividades para el desarrollo y el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Se tuvo en cuenta las fechas iniciales del semestre como también las fechas finales para lograr una óptima distribución del tiempo.

## 14. PRESUPUESTO

*Tabla 7. Presupuesto del proyecto*

CONCEPTO	U.M	CANTIDAD	Valor Unitario	Valor Subtotal
Papelería (impresiones)	gl	gl	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
Equipos de cómputo y servicios públicos (Computadores, Internet, Luz	día	20	\$ 10.000,00	\$ 200.000,00
Alimentación (2 investigadores)	día	20	\$ 22.000,00	\$ 440.000,00
Refrigerios (talleres y encuestas)	Personas	100	\$ 2.000,00	\$ 200.000,00
Tiempo en horas laboradas (2 investigadores)	hr	80	\$ 50.000,00	\$ 4.000.000,00
Imprevistos	%	5	\$ 4.845.000,00	\$ 242.250,00
TOTAL				\$ 5.087.250,00

Elaboración propia

## 15. ESTADO ACTUAL DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (PNACC) EN COLOMBIA

Para el desarrollo del primer objetivo se debe tener en cuenta el propósito principal del Plan Nacional de Adaptación Al Cambio Climático, el cual consiste en generar repercusión dentro de los procesos de planeación ambiental, territorial y sectorial respecto a la implementación de diferentes estrategias para la mitigación y adaptación frente a la variabilidad climática.<sup>22</sup>

Por otra parte, tal y como se ha mencionado en el apartado de antecedentes, Colombia se encuentra dentro de los países que participaron en la CMNUCC, que tiene como objetivo principal lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.<sup>69</sup>

De acuerdo con lo anterior, cada país en concordancia con el acuerdo, tendrá que presentar diferentes comunicados donde se realice un inventario de emisión de GEI, involucrando los principales sectores que aportan esta emisión en sus diferentes actividades o procesos.

<sup>22</sup> DNP. (2012). Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático. (Ministerio de ambiente) Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan\\_nacional\\_de\\_adaptacion/1.\\_Plan\\_Nacional\\_de\\_Adaptaci%C3%B3n\\_al\\_Cambio\\_Clim%C3%A1tico.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/1._Plan_Nacional_de_Adaptaci%C3%B3n_al_Cambio_Clim%C3%A1tico.pdf)

<sup>69</sup> CEPAL. (21 de Marzo de 1994). Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. (ONU) Obtenido de <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico>

En el año 2016, Colombia publicó la Tercera Comunicación Nacional del Cambio Climático, donde se establecen diferentes contenidos y avances en materia de las circunstancias nacionales, las acciones de mitigación, inventario de emisiones de gases, entre otros.

Uno de los desafíos de la Tercera Comunicación hace referencia a la sensibilización y educación de la población respecto a temas de cambio climático. Por lo que es importante realizar una revisión de la percepción que tiene la población colombiana respecto a la variabilidad climática dentro del territorio, el inventario Nacional de gases GEI y las medidas que se han implementado respecto a la problemática.<sup>70</sup>

### **15.1. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Es bien sabido que el cambio climático es una problemática que afecta diferentes sectores de la economía dentro un país, teniendo consecuencias en su desarrollo y el bienestar de la población. Para lograr una adecuada mitigación y adaptación, es necesario sensibilizar a la población en materia de las alternativas de solución y respuestas de adaptación ante los desastres causados por la variabilidad climática.

Así como se mencionó en el marco teórico, uno de los pilares fundamentales de las comunicaciones se basa en la educación del país respecto al cambio climático. Se debe conocer la percepción social acerca de la vulnerabilidad que perciben los colombianos frente a los desafíos del cambio climático. La importancia del estudio de percepción radica en generar una línea base para una adecuada planeación sobre la forma de llegarle a la población con diferentes proyectos e iniciativas que permitan generar competitividad en el territorio frente a los desafíos del cambio climático.<sup>71</sup>

#### **15.1.1. Metodología del estudio**

Para el estudio, se seleccionó una muestra de 57 municipios, realizándose 1130 encuestas en hogares seleccionados, donde el 75% corresponde al área urbana y el 25% en centros poblados. A continuación, se mostrará la ficha técnica referente al diseño metodológico de la encuesta, actividades realizadas, fases de aplicación, técnicas de recolección, entre otros (Tabla 8).

---

<sup>70</sup> IDEAM. (2014). ¿Qué es la tercera comunicación nacional de cambio climático y qué contiene? (Miniambiente) Recuperado de <http://www.cambioclimatico.gov.co/3ra-comunicacion-cambio-climatico>

<sup>71</sup> Ministerio De Ambiente. (2016). ¿Qué piensan los colombianos sobre el cambio climático? Bogotá.



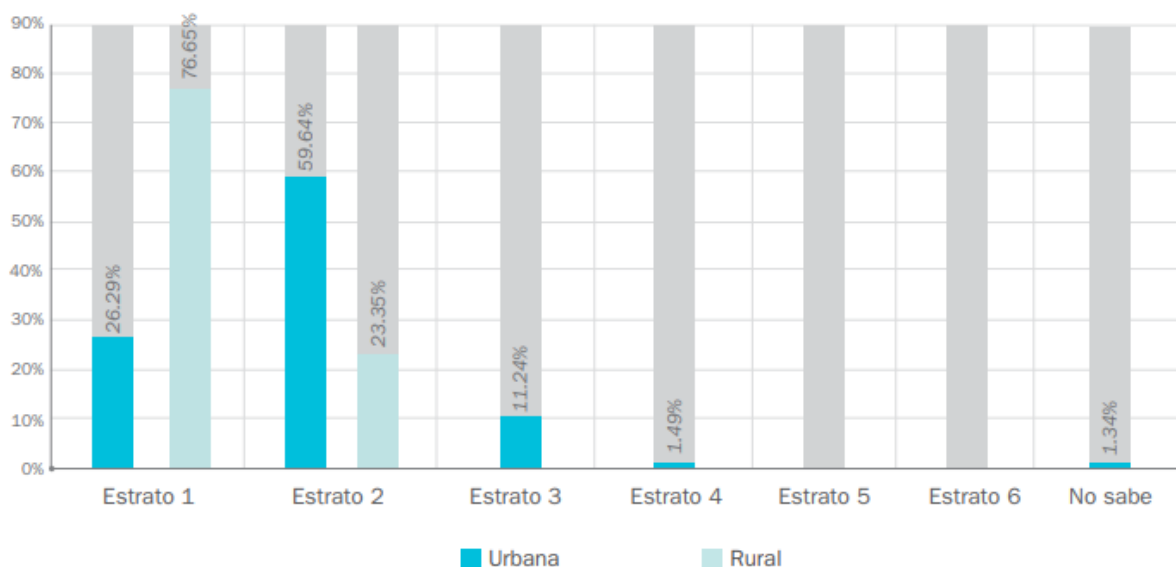
Tabla 8. Ficha técnica de la encuesta nacional de percepción sobre cambio climático

NOMBRE DEL PROYECTO:	ENCUESTA NACIONAL DE PERCEPCIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO	
Entidad Contratante:	OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA – OCYT	Código: ARD-505
Fechas de Ejecución:	Enero 15 de 2016 a Mayo 30 de 2016	
Descripción general:	Diseño, aplicación y análisis de una encuesta para indagar la percepción sobre el cambio climático que tienen los colombianos vulnerables o potencialmente vulnerables a este fenómeno con el propósito de identificar sus opiniones y actitudes sobre estos temas y dar insumos para promover y mejorar los procesos de apropiación social del conocimiento, asociados a este fenómeno.	
Período de recolección:	2016-04-08 Y 2016-05-05	
Fases de aplicación:	Aplicación única	
Técnica de recolección:	Entrevista directa, mediante dispositivos móviles de captura de una persona en cada hogar de las viviendas seleccionadas de 18 años y más.	
Actividades realizadas:	Diseño y diagramación de los formularios, elaboración de instructivos (supervisor y encuestador), capacitación y selección de personal, realización de prueba piloto, elaboración de aplicativos de captura, recuentos de viviendas, recolección de información, captura y depuración de datos.	
Organización logística:	Se conformaron dos grupos de trabajo, compuesto cada uno por cuatro encuestadores a órdenes directas de un supervisor y todos ellos a cargo de una Directora de Gestión de Datos. A cada grupo se le asignaron manzanas dentro de los municipios de la muestra.	
Formularios y alcance temático:	Se utilizó un único formulario, para reunir información sobre la composición del hogar, información socio - demográfica; conocimiento y percepción sobre el cambio climático.	
Plan muestral		
Universo	La población objetivo son los hogares residentes en la cabecera municipal y centros poblados, pertenecientes a todos los niveles socio económicos, ubicados en todos los municipios del país. Se excluyen las personas que viven, temporal o definitivamente, en habitaciones colectivas como: hospitales, guarniciones militares, cárceles, conventos, centros de bienestar y similares. Según la información oficial del DANE, la población total proyectada a 2015 es de 48.202.617 en 13.584.950 hogares.	
Estrategia muestral	Diseño probabilístico: multietápico, estratificado y de elementos. Para la selección de los municipios se utilizó un método con probabilidad proporcional PPT al valor absoluto de las precipitaciones. En el caso de manzanas, centros poblados y viviendas, se utilizó el método MAS. Se implementaron los algoritmos Acumulativo Total y Fan Muller, respectivamente. La estratificación se realizó con la técnica componente principal integrando las dos principales variables relacionadas con el cambio climático: precipitaciones y temperatura. Con respecto a los marcos muestrales, en primera instancia, para la selección de los municipios, centros poblados y manzanas, se utilizó la división político-administrativa del país (Divipola) y las proyecciones de población 2006-2020, junto con las proyecciones municipales de población 2015-2016 del DANE así como el inventario cartográfico a nivel de manzana, obtenido a partir de la información del último Censo Nacional de Población y Vivienda (2005). A nivel de las viviendas, se realizó un recuento en las manzanas seleccionadas.	
Cantidad de municipios:	57	
Zona:	Urbano – Rural	
Porcentaje por zona:	Urbano: 75% - Rural: 25%	
Tamaño de muestra:	1.063 encuestas	
Cobertura alcanzada	Se lograron 1130 encuestas a hogares, con una cobertura del 106%	
Personal vinculado al proyecto:	Directora Operativa, Directora de Gestión de Datos, Coordinador de Estadística, Coordinador de Captura y Procesamiento, Supervisores, Encuestadores	

Fuente: Ministerio de ambiente



Grafica 5. Porcentaje de encuestados según zona y estrato



Fuente: Ministerio de ambiente

En la gráfica 5, se observa de manera general los encuestados según su zona y estratos, donde el 76.6% de la población rural se encuentra en estrato 1, mientras que el 26.29% restante corresponde a población urbana. En cambio, en el estrato 2, un 59.64% de la población corresponde a la zona urbana y el 23.35% corresponde a la zona rural. Para los estratos 3 y 4 sólo se encuestó a la población perteneciente a la zona urbana. A partir de los estratos 5 y 6 no había personas de estos estratos dentro de la muestra poblacional.

## 15.2. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Como se mencionó anteriormente, uno de los puntos más importantes que tiene en cuenta la Tercera Comunicación, es acerca del Inventario de Emisión de GEI, contemplado entre los años 1990 al 2012. Colombia hace parte de la CMNUCC, donde tiene como objetivo la estabilización, mitigación y adaptación de las emisiones producidas por las actividades y procesos antropogénicos a nivel mundial. Lo anterior tiene como finalidad, promover la adaptabilidad frente a los aspectos negativos que trae el cambio climático en el medio ambiente y las diferentes poblaciones en condición de vulnerabilidad.

De acuerdo a lo estipulado en el marco teórico en relación al Inventario Nacional de Emisión y Absorción de GEI, este se define como un informe que se debe actualizar de forma periódica ante la CMNUCC, el cual contendrá la cantidad de GEI emitidos hacia la atmósfera como resultado de las diferentes actividades antropogénicas, junto con las absorciones por sumideros naturales (Bosques, cultivos, entre otros) que contribuyen en la reducción de la cantidad de CO<sub>2</sub> en un territorio, reduciendo

a su vez los efectos del cambio climático. Es importante aclarar que la construcción de los inventarios se basa en estimaciones, ya que es difícil una medición exacta y completa en todo el territorio nacional o departamental en el tiempo en el cual se deben publicar las comunicaciones.<sup>72</sup>

De acuerdo con lo anterior, se usó una metodología para la estimación directa de 6 GEI como lo son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), gases fluorados (HFC), Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y perfluorocarbonos (PFC). Los gases anteriores son producto de diferentes actividades que se reúnen en 4 grupos principales según la metodología IPCC-2006 (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), la cual brinda las directrices metodológicas con el fin de generar reportes de inventarios precisos e integrales. Los grupos IPCC se distribuyen en el sector energía, agricultura silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), procesos industriales y uso de productos (IPPU) y residuos. Estos grupos contemplan los sectores económicos más representativos en materia de desarrollo económico, social, laboral y ambiental los cuales son:

- Minas y energía
- Industrias manufactureras
- Transporte
- Residencial
- Comercial
- Agropecuario
- Forestal
- Saneamiento

### **15.3. ACCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Teniendo en cuenta que las absorciones para reducir las emisiones no poseen la suficiente magnitud para contrarrestar las emisiones, se han propuesto diferentes medidas y acciones para mitigar la mayor cantidad de emisiones en cada sector. Lo anterior nace de los diferentes desarrollos institucionales que posee Colombia en materia de gestión del cambio climático, los cuales fueron integrados a la PNCC (Política Nacional del Cambio Climático y a la ley de Cambio Climático (Ley 1931 del 2018). Una de las herramientas institucionales de Colombia es el SISCLIMA, el cual cuenta con organismos a nivel nacional, regional y departamental.

A nivel nacional, la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), el cual se encuentra conformado por los ministros sectoriales. Es uno de los organismos que se encarga de la elaboración, aprobación y monitoreo de las diferentes estrategias nacionales y la PNCC, específicamente en la mitigación de GEI.

---

<sup>72</sup> Ambiente, M. D. (2016). Inventario Nacional y Departamental De Gases Efecto Invernadero En Colombia. Bogotá.

A nivel regional, los Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC), están conformados por representantes de diferentes entidades del estado, siendo su principal función la coordinación y gestión de diversas instituciones para promover estrategias de diseño e implementación de acciones de mitigación de GEI a nivel regional.

A nivel departamental y local, se cuenta con Entes territoriales y Autoridades ambiental regionales, los cuales se encargan de formular los Planes integrales de Gestión de Cambio Climático Territoriales (PIGCCT). También se encargan de incorporar medidas de adaptación y mitigación de GEI de manera conjunta en los diferentes sectores económicos de cada territorio. Tanto las autoridades municipales como las distritales deben involucrar la gestión del cambio climático en los diferentes Planes de Desarrollo y Planes de Ordenamiento Territorial (POT).<sup>73</sup>

#### **15.4. COMPARACIÓN DEL PNACC CON EL DE OTROS PAÍSES DE LA ZONA**

Se debe tener como punto de partida el estado actual del PNACC de Colombia, en el cual se presentan diferentes comunicados y reportes bienales donde se establecen la emisión de gases de efecto invernadero que se presentan en los diferentes departamentos y sectores económicos dados.

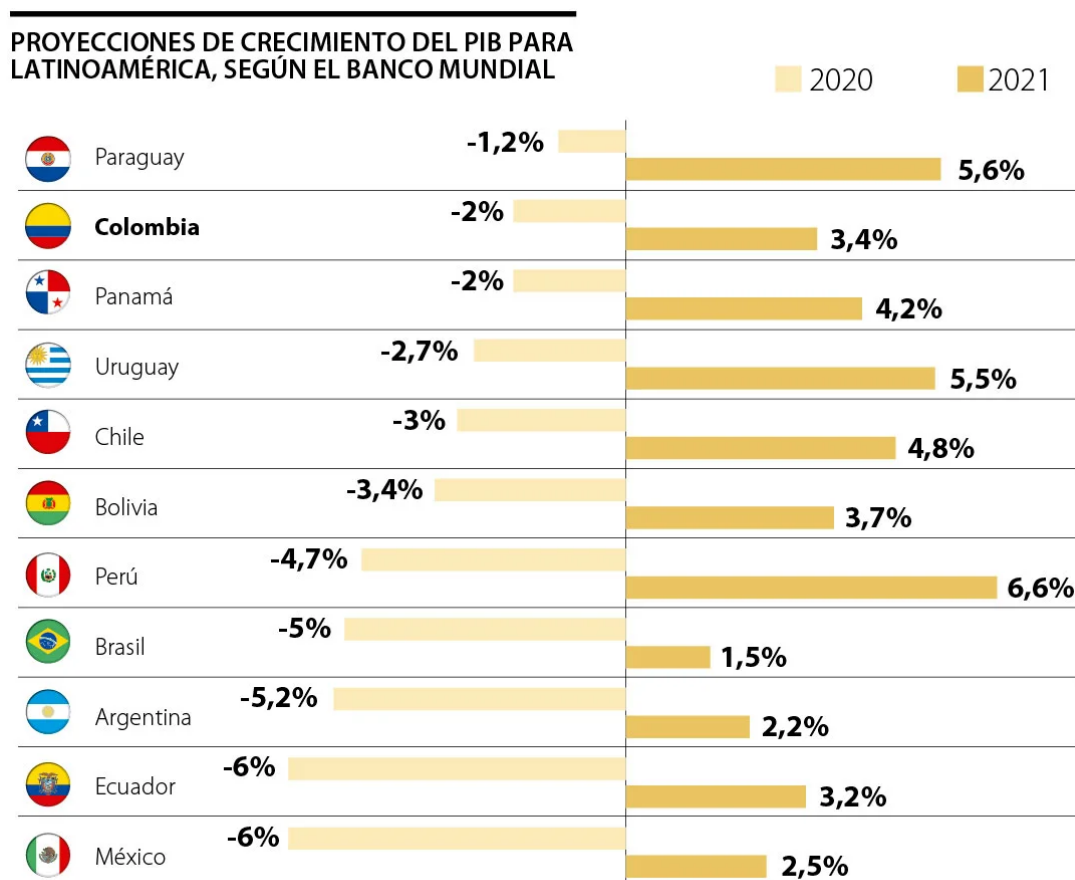
Los países que se tendrán en cuenta para la comparación serán Paraguay y Chile, ya que son países que se encuentran en vía de desarrollo al igual que Colombia y además están en Sudamérica. Por otro lado, el PIB es un factor importante en la determinación del crecimiento económico de un país, ya que hace referencia a la producción de bienes y servicios durante un periodo de tiempo determinado, generalmente 1 año.<sup>74</sup> El periódico “La República”, realizó una comparación del PIB del año 2020 y proyecciones para el año 2021 para los países de América Latina, el cual se muestra a continuación:

---

<sup>73</sup> Ambiente, M. D. (2018). Segundo Reporte Bienal De Actualización De Colombia Ante La CMNUCC. Bogotá.

<sup>74</sup> más, S. (2019). ¿Qué es el PIB y en qué lo afecta? Recuperado de <https://www.sabermassermas.com/que-es-el-pib-y-en-que-lo-afecta/>

Grafica 6. Proyecciones del PIB para América Latina según el Banco Mundial



Fuente [en línea] disponible en: <https://www.larepublica.co/economia/pib-de-paraguay-panama-y-colombia-los-que-menos-caeran-en-la-region-por-covid-19-2990839>

De acuerdo con la gráfica 6, Colombia, Chile y Paraguay se encuentran en un rango de proyección del PIB similar tanto en el año 2020 como en el 2021. También, estos países se eligieron debido a la facilidad de información respecto a los PNACC y sus respectivas comunicaciones como informes bienales u otros documentos en materia de cambio climático.<sup>75</sup>

El inventario de gases de efecto invernadero consiste en un reporte acerca de la cantidad de GEI emitidos o eliminados hacia la atmósfera. Este proporciona información sobre las causantes de las emisiones, lo cual da paso a una categorización por sectores económicos junto con sus diferentes subcategorías. El inventario de gases tiene en cuenta las emisiones de GEI para un año específico,

<sup>75</sup> República, L. (2020). PIB de Paraguay, Panamá y Colombia, los que menos caerán en la región por el virus. (Banco Mundial) Recuperado de <https://www.larepublica.co/economia/pib-de-paraguay-panama-y-colombia-los-que-menos-caeran-en-la-region-por-covid-19-2990839>

en el que se contemplan los 7 gases de acuerdo con el protocolo Kyoto, los cuales son: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC - 32, HFC - 125, HFC - 134A, HFC - 143<sup>a</sup>; sin embargo, el proyecto solo se tendrá en cuenta los tres primeros, debido a que la disponibilidad de datos es mayor que la de los demás gases (HFC - 32, HFC - 125, HFC - 134A, HFC - 143A). Además, los primeros gases se presentan con más frecuencia en los sectores y subsectores que se tendrán en cuenta para la comparación.<sup>29</sup> En los inventarios de emisiones de GEI, se manejan unidades en Gigagramo (Gg), el cual equivale a 1,000 toneladas de CO<sub>2</sub>, es decir, 1 Gg de CO<sub>2</sub>=1000 T CO<sub>2</sub>.<sup>76</sup>

Los sectores que se tienen en cuenta para la categorización del inventario son **La Energía, Los procesos industriales, Residuos y Agricultura**. Para el desarrollo del objetivo no se tendrá en cuenta el sector de la agricultura debido a que sus actividades derivan del sector agropecuario, el cual no tiene una relación considerable en el desarrollo de las obras de Ingeniería Civil.

En la comparación se va a tener en cuenta los sectores y actividades que tienen relación con el ámbito de la Ingeniería Civil:

- **ENERGÍA:** En este sector, se presentan otros subsectores los cuales se muestran en la tabla 9.

*Tabla 9. Subsectores de la energía*

<b>1. Energía</b>
1.A. Actividades de quema de combustible (método sectorial)
1.A.1. Industrias de la energía
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción
1.A.3. Transporte
1.A.4. Otros sectores
1.A.5. No especificado
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles
1.B.1. Combustibles sólidos
1.B.2. Petróleo y gas natural
1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía
1.C. Transporte y almacenamiento de CO <sub>2</sub>
1.C.1. Transporte de CO <sub>2</sub>
1.C.2. Inyección y almacenamiento
1.C.3. Otros

Fuente [en línea] disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/3rd-BUR-Chile-SPanish.pdf>

<sup>29</sup> ICLEI. (2014). Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. EE. UU: World Resources Institute.

<sup>76</sup> Ambiental, G. (2012). Programa Municipal De Cambio Climático.

De acuerdo con los diferentes subsectores solo tomará el subsector **1.A.2 “Industrias manufactureras y de la construcción”** (Tabla 9) debido a que este indicador se relaciona al ámbito de la industria de la mano al proceso de transformación de materia prima necesaria para el desarrollo de obras civiles. También es importante aclarar que el transporte es un factor importante en la emisión de GEI ya que, durante la ejecución y construcción de cualquier obra, se hace uso de maquinaria de transporte que tiene que ser transportada por automotores, los cuales son los responsables de la emisión de tales gases. Alguno de estos materiales se muestra a continuación (Tabla 10):

*Tabla 10. Subcategorías detalladas del subsector de las industrias manufactureras y de la construcción, de la clasificación industrial internacional uniforme (ISIC)*

Subcategorías <sup>26</sup>	Clasificación de ISIC	Descripción
<b>Hierro y acero</b>	Grupo 271 y Clase 2731 de la ISIC	Fabricación de productos siderúrgicos primarios, incluido el funcionamiento de los altos hornos, convertidores de acero, laminadores y trenes de acabado, y colada
<b>Metales no ferrosos</b>	Grupo 272 y Clase 2732 de la ISIC	Producción, fundición y refinación de metales preciosos y otros metales no ferrosos de minerales y desechos
<b>Productos químicos</b>	División 24 de la ISIC	Fabricación de productos químicos básicos, compuestos nitrogenados y fertilizantes, plásticos, caucho sintético, productos agroquímicos, pinturas y recubrimientos, productos farmacéuticos, productos de limpieza, fibras sintéticas y otros productos químicos
<b>Pulpa, papel e imprenta</b>	Divisiones 21 y 22 de la ISIC	Pulpa, papel, cartón, productos de papel; edición y reproducción de soportes grabados
<b>Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco</b>	Divisiones 15 y 16 de la ISIC	Producción, procesamiento y conservación de alimentos y productos alimenticios, bebidas y productos derivados del tabaco
<b>Minerales no metálicos</b>	División 26 de la ISIC	Fabricación y producción de vidrio y sus derivados, cerámicas, cementos, yesos, y piedra
<b>Equipos de transporte</b>	Divisiones 34 y 35 de la ISIC	Vehículos de motor, remolques, accesorios y componentes, buques, vehículos ferroviarios, aviones y naves espaciales, y los ciclos
<b>Maquinaria</b>	Divisiones 28, 29, 30, 31 y 32 de la ISIC	Productos, maquinaria y equipos de metal, maquinaria y aparatos eléctricos, equipos de comunicaciones y mercancías asociadas
<b>Minería (con excepción de combustibles) y cantera</b>	Divisiones 13 y 14 de la ISIC	Minería de hierro, minerales no ferrosos, sal y otros minerales; extracción de piedra, arena y arcilla
<b>Madera y productos de madera</b>	División 20 de la ISIC	Aserrado y cepillado de la madera; fabricación de productos de madera y corcho, paja y otros materiales a base de madera
<b>Construcción</b>	División 45 de la ISIC	Preparación del sitio, instalación de la construcción, acabado de edificios y equipo de construcción
<b>Textiles y cuero</b>	Divisiones 17, 18 y 19 de la ISIC	Hilado, tejido, teñido de productos textiles y fabricación de prendas de vestir, curtido y fabricación de cuero y calzado
<b>Industria no especificada</b>	Actividades no incluidas anteriormente	Cualquier industria manufacturera/de construcción no incluida anteriormente, incluidos la recolección, tratamiento, suministro de agua; tratamiento y eliminación de aguas residuales; y recolección, tratamiento y disposición de residuos

Fuente [en línea] disponible en:

[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP\\_GPC%20%28Spanish%29.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf)

- **IPPU:** En este sector, se presentan otros subsectores los cuales se muestran en la tabla 11:

*Tabla 11. Subsectores de los procesos industriales y uso de productos*

<b>2. Procesos industriales y uso de productos</b>
2.A. Industria de los minerales
2.B. Industria química
2.C. Industria de los metales
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes
2.E. Industria electrónica
2.F. Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono
2.G. Manufactura y utilización de otros productos
2.H. Otros

Fuente [en línea] disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/3rd-BUR-Chile-SPanish.pdf>

De acuerdo con los diferentes subsectores se tendrá en cuenta los subsectores **2.A, 2.B y 2.C** (Tabla 11), debido a que estos consideran procesos fundamentales para la construcción, saneamiento básico y teniendo en cuenta actividades de forma productiva para obtener un producto terminado de gran importancia en el ámbito de la infraestructura. Los demás subsectores no consideraban al sector de la construcción como una prioridad dentro de sus funciones y procesos. A continuación, se describe los subsectores seleccionados:

- **2.A. Industria de los minerales:** Para este subsector se destacan tres procesos industriales que son fundamentales para la construcción y operación de las estructuras, los cuales son la producción de cemento, cal y vidrio.
- **2.B. Industria química:** Las producciones de gases GEI surgen de la producción de diferentes químicos como el amoníaco, el ácido nítrico, ácido adípico, caprolactama, glioxal y ácido glioxílico, carbono, dióxido de titanio y carbonato de sodio. Algunos de estos químicos son materia prima utilizada en procesos de tratamiento de aguas residuales, siendo uno de los enfoques en materia de Ingeniería Civil.
- **2.C. Industria de los metales:** Las emisiones de GEI en este subsector son debido a las diferentes actividades metalúrgicas realizadas para la producción de la materia prima, que posteriormente es usada en la industria de la construcción. Algunos de estos productos se muestran a continuación (Tabla 12):

Tabla 12. Materia prima de la industria de los metales

<b>2.C - Industria de los metales</b>
2.C.1 - Producción de hierro y acero
2.C.2 - Producción de ferroaleaciones
2.C.3 - Producción de aluminio
2.C.4 - Producción de magnesio
2.C.5 - Producción de plomo
2.C.6 - Producción de cinc
2.C.7 - Otros (especificar)

Fuente [en línea] disponible en:  
[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP\\_GPC%20%28Spanish%29.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf)

- **Residuos:** En este sector, se presentan otros subsectores los cuales se muestran en la tabla 13:

Tabla 13. Subsectores de los Residuos

<b>5. Residuos</b>
5.A. Disposición de residuos sólidos
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos
5.C. Incineración y quema abierta de residuos
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales
5.E. Otros

Fuente [en línea] disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/3rd-BUR-Chile-SPanish.pdf>

De acuerdo con los diferentes subsectores se toma el subsector **5.D “Tratamiento y descarga de aguas residuales”** (Tabla 13), debido a que este indicador se fundamenta en los procesos físicos, químicos y biológicos con el objetivo de eliminar el 100% de los contaminantes presentes en aguas residuales con el fin de hacerla apta para el consumo humano. Dentro de estos procesos y tipos de tratamiento, se emiten gases de efecto invernadero que tendrán gran impacto en el medio ambiente, tales como el metano y el óxido nitroso. También se tendrá en cuenta el subsector **5.A “Disposición de residuos sólidos”**, ya que muchos de los residuos o escombros producidos durante y al final de cualquier obra de infraestructura, son depositados en zonas donde no son adecuadas para este fin, provocando



emisiones y afectaciones en el ecosistema donde se depositen (Terrenos baldíos, rondas de ríos, etc.) indiscriminadamente.

De acuerdo con lo anterior, se realizará una matriz de comparación (Anexo 1) de emisiones de GEI para identificar de una manera efectiva la incidencia de los diferentes sectores y subsectores presentes en el ámbito de la infraestructura.

## 16. IDENTIFICACIÓN EL ESTADO ACTUAL DE LA OBRA DE INFRAESTRUCTURA VIAL DE CUARTA GENERACIÓN EN COLOMBIA (CASO DE ESTUDIO: PROYECTO HONDA - PUERTO SALGAR - GIRARDOT).

Teniendo en cuenta que las diferentes actividades en el sector de la industria y la construcción tendrán un impacto directo en el medio ambiente, así como se pudo observar en el inventario de las emisiones generadas por este sector, siendo de gran magnitud en el medio, estas emisiones deben estar controladas en cada actividad que se realice en todos los procesos de la obra, desde su pre-inversión hasta su operación.

El propósito del proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot es lograr la conexión sur a norte de la troncal central mediante una vía de cuarta generación, donde no solo se pretende construir tramos nuevos, sino realizar diferentes mejoramientos y rehabilitaciones en tramos ya existentes desde el punto de vista geotécnico, hidráulico y estructural. De esta manera se obtendrán conexiones más eficientes entre los diferentes departamentos y municipios que estén dentro del área de influencia de la vía. A continuación, se muestra la población que está beneficiada gracias al proyecto en cuanto a mejoras de movilidad, comercio y reactivación económica (Tabla 14):

*Tabla 14. Censo DANE 2005*

Departamento	Municipio	Población
Cundinamarca	Girardot	95.496
	Nariño	2.042
	Guataqui	2.223
	Beltrán	1.908
	San Juan de Rioseco (Cambao)	9.462
	Chaguani	3.935
	Guaduas (Puerto Bogotá)	31.250
	Puerto Salgar	15.237
Caldas	La Dorada	70.486
Tolima	Flandes	27.683
	Honda	26.873
Departamento	Municipio	Población
TOTAL		286.595

Fuente: DANE

Los entes encargados de llevar a cabo el Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot, fueron la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y la Concesión Alto Magdalena S.A.S, los cuales cumplieron con funciones de financiación, construcción, rehabilitación, mejoramiento, operación y mantenimiento de esta.<sup>77</sup>

Así como se mencionó en el marco teórico, solo se tendrá en cuenta la revisión de la UF1 Flandes - Girardot. Adicionalmente, se analizarán los otros tramos a partir de los planes de manejo ambiental. A continuación, se presentarán las especificaciones técnicas y geométricas de cada una de las unidades funcionales:

*Tabla 15. Características Geométricas y técnicas de la UF1 Flandes - Girardot*

UF1 - Características Geométricas y técnicas de Entrega de cada Subsector para vías a cielo abierto, puentes y viaductos		
Requisitos Técnicos	Subsector 1 Flandes	Subsector 2 Puente sobre Río Magdalena-Flandes
Longitud Mínima (Km)	4.5	0.91
Número de calzadas mínimo (un)	2	2
Número de carriles por calzada mínimo (un)	2	2
Sentido de carriles (Uni o bidireccional)	unidireccional	unidireccional
Ancho de Carril mínimo (m)	3.65	3.65
Ancho de Calzada mínimo (m)	7.30	7.30
Ancho de berma mínimo (m)	1.8	1.80
Tipo de berma	Berma cuneta en L	
Cumplimiento de Ley 105 de 1993 (s/n)	s	s
Funcionalidad (Primaria- Secundaria)	Primaria	Primaria
Acabado de la rodadura (Flexible – Rígido)	Flexible	Flexible
Velocidad de diseño mínimo (km/h)	70	70
Radio mínimo (m)	168	N.A
Pendiente máxima (%)	7	1
Excepciones a la velocidad de diseño (% de longitud ó Km))	N.A*	N.A*
Excepciones al radio mínimo (% de longitud a un determinado m)	N.A*	N.A*
Excepciones a la pendiente máxima (% de longitud a un determinado %)	N.A*	N.A*
Ancho mínimo de separador central (m)	3.90	3.90
Iluminación	N	N
ITS	S	S
Seguridad Vial	S	S
Señalización	S	S
Ancho mínimo de Derecho de vía (m)	30	

Fuente: ANI

<sup>77</sup> ANI. (2012). Estudios en etapa de prefactibilidad - Cuarta Generación De Concesiones Viales Proyecto Girardot - Puerto Salgar - Honda. Girardot: FONADE.

Tabla 16. Características Geométricas y técnicas de la UF2 Girardot – Guataquí

UF2 - Características Geométricas y técnicas de Entrega de cada Subsector para vías a cielo abierto, puentes y viaductos	
Requisitos Técnicos	Unidad funcional 2
Longitud Mínima (Km)	38
Número de calzadas mínimo (un)	1
Número de carriles por calzada mínimo (un)	2
Sentido de carriles (Uni o bidireccional)	bidireccional
Ancho de Carril mínimo (m)	3.65
Ancho de Calzada mínimo (m)	7.30
Ancho de berma mínimo (m)	1.8
Tipo de berma	Berma cuneta en L
Cumplimiento de Ley 105 de 1993 (s/n)	s
Funcionalidad (Primaria- Secundaria)	Primaria
Acabado de la rodadura (Flexible – Rígido)	Flexible
Velocidad de diseño mínimo (km/h)	70
Radio mínimo (m)	168
Pendiente máxima (%)	6.1
Excepciones a la velocidad de diseño (% de longitud ó Km))	0
Excepciones al radio mínimo (% de longitud a un determinado m)	0
Excepciones a la pendiente máxima (% de longitud a un determinado %)	+/- 0
Ancho mínimo de separador central (m)	N.A.
Iluminación	N
ITS	S
Seguridad Vial	S
Señalización	S
Ancho mínimo de Derecho de vía (m)	30

Fuente: ANI

Tabla 17. Características Geométricas y técnicas de la UF3 Guataquí - Cambao

UF3 - Características Geométricas y técnicas de Entrega de cada Subsector para vías a cielo abierto, puentes y viaductos	
Requisitos Técnicos	Unidad funcional 3
Longitud Mínima (Km)	49
Número de calzadas mínimo (un)	1
Número de carriles por calzada mínimo (un)	2
Sentido de carriles (Uni o bidireccional)	bidireccional
Ancho de Carril mínimo (m)	3.65
Ancho de Calzada mínimo (m)	7.30
Ancho de berma mínimo (m)	1.8
Tipo de berma	Berma cuneta en L
Cumplimiento de Ley 105 de 1993 (s/n)	s
Funcionalidad (Primaria- Secundaria)	Primaria
Acabado de la rodadura (Flexible – Rígido)	Flexible
Velocidad de diseño mínimo (km/h)	60
Radio mínimo (m)	113
Pendiente máxima (%)	7.9
Excepciones a la velocidad de diseño (% de longitud ó Km))	0
Excepciones al radio mínimo (% de longitud a un determinado m)	0
Excepciones a la pendiente máxima (% de longitud a un determinado %)	+/- 0
Ancho mínimo de separador central (m)	N.A
Iluminación	N
ITS	S
Seguridad Vial	S
Señalización	S
Ancho mínimo de Derecho de vía (m)	30

Fuente: ANI

Tabla 18. Características Geométricas y técnicas de la UF4 Cambao – Puerto Bogotá

UF4 - Características Geométricas y técnicas de Entrega de cada Subsector para vías a cielo abierto, puentes y viaductos	
Requisitos Técnicos	Unidad funcional 4
Longitud Mínima (Km)	45
Número de calzadas mínimo (un)	1
Número de carriles por calzada mínimo (un)	2
Sentido de carriles (Uni o bidireccional)	bidireccional
Ancho de Carril mínimo (m)	3.65
Ancho de Calzada mínimo (m)	7.30
Ancho de berma mínimo (m)	1.8
Tipo de berma	Berma cuneta en L
Cumplimiento de Ley 105 de 1993 (s/n)	s
Funcionalidad (Primaria- Secundaria)	Primaria
Acabado de la rodadura (Flexible – Rígido)	Flexible
Velocidad de diseño mínimo (km/h)	60
Radio mínimo (m)	113
Pendiente máxima (%)	7
Excepciones a la velocidad de diseño (% de longitud ó Km))	0
Excepciones al radio mínimo (% de longitud a un determinado m)	0
Excepciones a la pendiente máxima (% de longitud a un determinado %)	2
Ancho mínimo de separador central (m)	N.A
Iluminación	N
ITS	S
Seguridad Vial	S
Señalización	S
Ancho mínimo de Derecho de vía (m)	30

Fuente: ANI

Tabla 19. Características Geométricas y técnicas de la UF5 Puerto Bogotá– intersección puente

UF5- Características Geométricas y técnicas de Entrega de cada Subsector para vías a cielo abierto, puentes y viaductos	
Requisitos Técnicos	Unidad funcional 5
Longitud Mínima (Km)	27
Número de calzadas mínimo (un)	1
Número de carriles por calzada mínimo (un)	2
Sentido de carriles (Uni o bidireccional)	bidireccional
Ancho de Carril mínimo (m)	3.65
Ancho de Calzada mínimo (m)	7.30
Ancho de berma mínimo (m)	1.8
Tipo de berma	Berma cuneta en L
Cumplimiento de Ley 105 de 1993 (s/n)	s
Funcionalidad (Primaria- Secundaria)	Primaria
Acabado de la rodadura (Flexible – Rígido)	Flexible
Velocidad de diseño mínimo (km/h)	60
Radio mínimo (m)	113
Pendiente máxima (%)	5.2
Excepciones a la velocidad de diseño (% de longitud ó Km))	0
Excepciones al radio mínimo (% de longitud a un determinado m)	0
Excepciones a la pendiente máxima (% de longitud a un determinado %)	0
Ancho mínimo de separador central (m)	N.A
Iluminación	N
ITS	S
Seguridad Vial	S
Señalización	S
Ancho mínimo de Derecho de vía (m)	30

Fuente: ANI

Tabla 20. Características Geométricas y técnicas de la UF6 Honda – La Dorada – El Korán

UF6- Características Geométricas y técnicas de Entrega de cada Subsector para vías a cielo abierto, puentes y viaductos			
Requisitos Técnicos	Subsector 1	Subsector 2	Subsector 3
Longitud Mínima (Km)	33	1.2	2.028
Número de calzadas mínimo (un)	1	1	2
Número de carriles por calzada mínimo (un)	2	2	2
Sentido de carriles (Uni o bidireccional)	bidireccional	bidireccional	bidireccional
Ancho de Carril mínimo (m)	3.65	3.65	3.65
Ancho de Calzada mínimo (m)	7.30	7.30	7.30
Ancho de berma mínimo (m)	1.0	1.8	1.8
Tipo de berma	Berma cuneta en L	Berma-cuneta en L	Berma-cuneta en L
Cumplimiento de Ley 105 de 1993 (s/n)	n	S	s
Funcionalidad (Primaria- Secundaria)	Primaria	Primaria	Primaria
Acabado de la rodadura (Flexible – Rígido)	Flexible	Flexible	Flexible
Velocidad de diseño mínimo (km/h)	50	80	110
Radio mínimo (m)	100	N.A	500
Pendiente máxima (%)	7	5%	5%
Excepciones a la velocidad de diseño (% de longitud ó Km))	29%	N.A	N.A
Excepciones al radio mínimo (% de longitud a un determinado m)	N.A	N.A	N.A
Excepciones a la pendiente máxima (% de longitud a un determinado %)	N.A	N.A	N.A
Ancho mínimo de separador central (m)	N.A	N.A	2.00
Iluminación	N	N	N
ITS	S	S	S
Seguridad Vial	S	S	S
Señalización	S	S	S
Ancho mínimo de Derecho de vía (m)	30		30

Fuente: ANI

El proceso constructivo tramo UF1 Flandes - Girardot corresponde a una intervención tanto de mejoramiento como de construcción. Esta unidad funcional conecta la variante de Chicoral perteneciente a la concesión Girardot - Ibagué - Cajamarca, con la ruta 45 de Girardot - Puerto Salgar. Esta variante consta de una longitud de 5.5 Kilómetros entre el sector Girardot, Nariño y la Vía Nacional Concesionada Girardot - Ibagué - Cajamarca.<sup>77</sup>

## **17. DETERMINAR CÓMO SE INTEGRAN LAS ACCIONES DEL PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PROYECTO HONDA - PUERTO SALGAR - GIRARDOT.**

En base al proceso constructivo del proyecto, se pretende comparar y evaluar con las actividades definidas en las Especificaciones Generales De Construcción de carreteras según la resolución 3288 del 2007 del Instituto Nacional De Vías (INVIAS). Estas guías contienen tanto la descripción de la actividad como el impacto ambiental que genera la misma. De esta manera, se definirán las actividades que se involucran dentro del proceso constructivo contempladas en la guía.

Siguiendo la metodología planteada para el tercer objetivo, se plantea una matriz de comparación (Anexo 2) donde se tienen en cuenta las actividades constructivas presentes en el tramo UF1 Flandes - Girardot y los aspectos e impactos ambientales de cada una de estas.



## 18. RESULTADOS Y ANÁLISIS

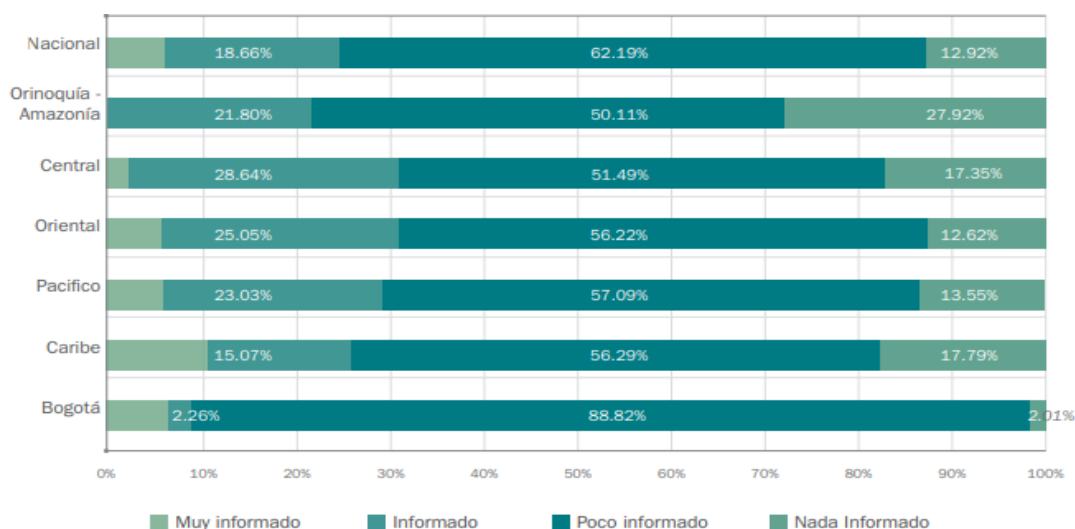
Con base en la metodología planteada para cada objetivo y siguiendo las teorías establecidas en el marco teórico, se realizó en primera instancia una revisión del estado actual del PNACC a partir de la tercera comunicación junto con la comparación de los inventarios de emisiones de GEI de Colombia con el de Chile y Paraguay. Posteriormente se estableció el proceso constructivo que fue necesario para el mejoramiento y construcción del primer tramo funcional (UF1) del proyecto Honda – Puerto Salgar – Girardot. Finalmente, se realizó una matriz comparativa (Anexo 2) de acuerdo con los impactos y aspectos ambientales generados por cada actividad dentro del proceso constructivo de la obra. Adicionalmente, se verificó los diferentes programas de manejo ambiental que estaban contemplados según la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura del subsector vial del INVIAS.

A continuación, se presentan los resultados y análisis del estado actual del PNACC y su comparación con el de otros países:

### 18.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PERCEPCIÓN

Frente a las encuestas que se realizaron se pudo establecer la percepción que tiene los colombianos frente al cambio climático en diferentes ámbitos, desde los medios de comunicación que informan sobre el cambio climático, su propio conocimiento general respecto al tema, las causas y efectos que produce la variabilidad climática, entre otros más aspectos que se analizaran.<sup>71</sup>

*Grafica 7. Nivel de información de los encuestados sobre el cambio climático a nivel nacional y por regiones*



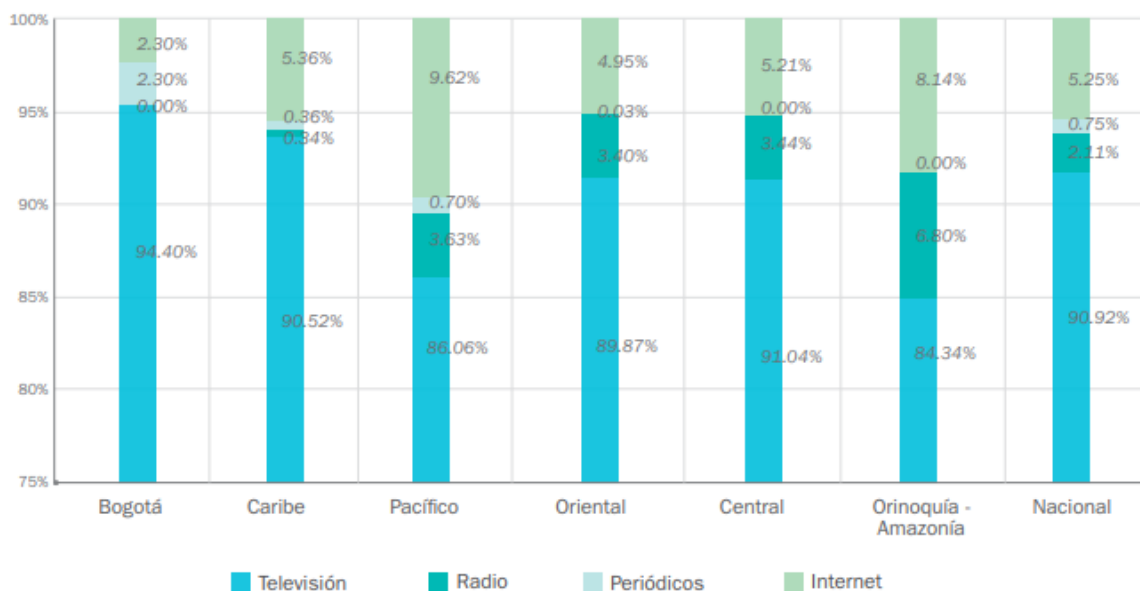
Fuente: Ministerio de ambiente

La percepción de los encuestados varía debido a las personas, sus actitudes, nivel educativo, sus intereses y sobre todo a la región de origen de cada individuo. Estas variables pueden cambiar la percepción que tiene una región sobre el cambio climático dependiendo de la cantidad de información que conocen respecto al tema.

Para establecer la percepción de la población frente a esta problemática es necesario conocer el nivel de información que se tiene con respecto a la misma. De acuerdo a lo anterior, se analizó la gráfica 7 la cual muestra varias percepciones de conocimiento de información respecto al cambio climático en diferentes niveles poblacionales.

A partir de esto se pudo observar que, a nivel nacional, la población que se siente informada y muy informada es de un 18.66%, frente a un 62.19% que se siente poco informada y un 12.92% que se siente nada informada. Los resultados también mostraron que Bogotá y la región Orinoquia - Amazonia fueron los sectores que se sentían poco y nada informados respecto al cambio climático con un 90.83% y 78.03% respectivamente. Por otra parte, las regiones que se consideran más informadas y muy informadas fueron la región Central y Oriental con un 28.64% y 25.05% respectivamente.

*Grafica 8. Medios por los que se obtuvo información sobre cambio climático a nivel nacional y por regiones*

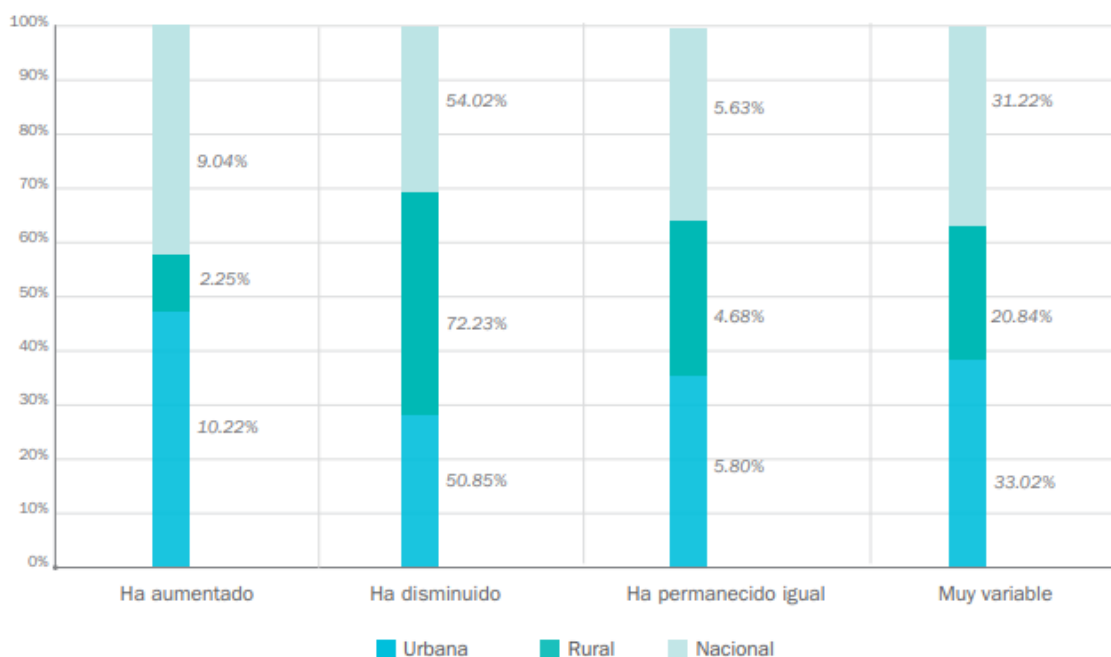


Fuente: Ministerio de ambiente

Los medios de comunicación son la forma más eficiente de estar informado con respecto a cualquier tema, por lo cual a partir de la gráfica 8 se puede observar que el 91% de los encuestados respondieron que obtuvo información respecto al cambio climático a través de la televisión, siendo la población de Bogotá la que más obtiene información del tema a través de este medio con un 94.4%, el segundo medio más

usado fue el internet con un 5.25% en donde la región del Pacífico fue la que más se sintió informada mediante el uso de internet con un 9.62%. El siguiente medio de comunicación es la radio con un 2.11% siendo Bogotá la ciudad que menos usa este medio y la Región Orinoquía -Amazonía con un 0% y 6.8% respectivamente. Por último, el periódico fue el medio de comunicación en esta encuesta en el que menos personas obtienen información de cambio climático con un 1.64% del total de los encuestados, siendo Bogotá la menos informada con un 2.3%.

*Grafica 9. Percepción sobre la cantidad de lluvia (precipitaciones) desde el año 2011, por zona*



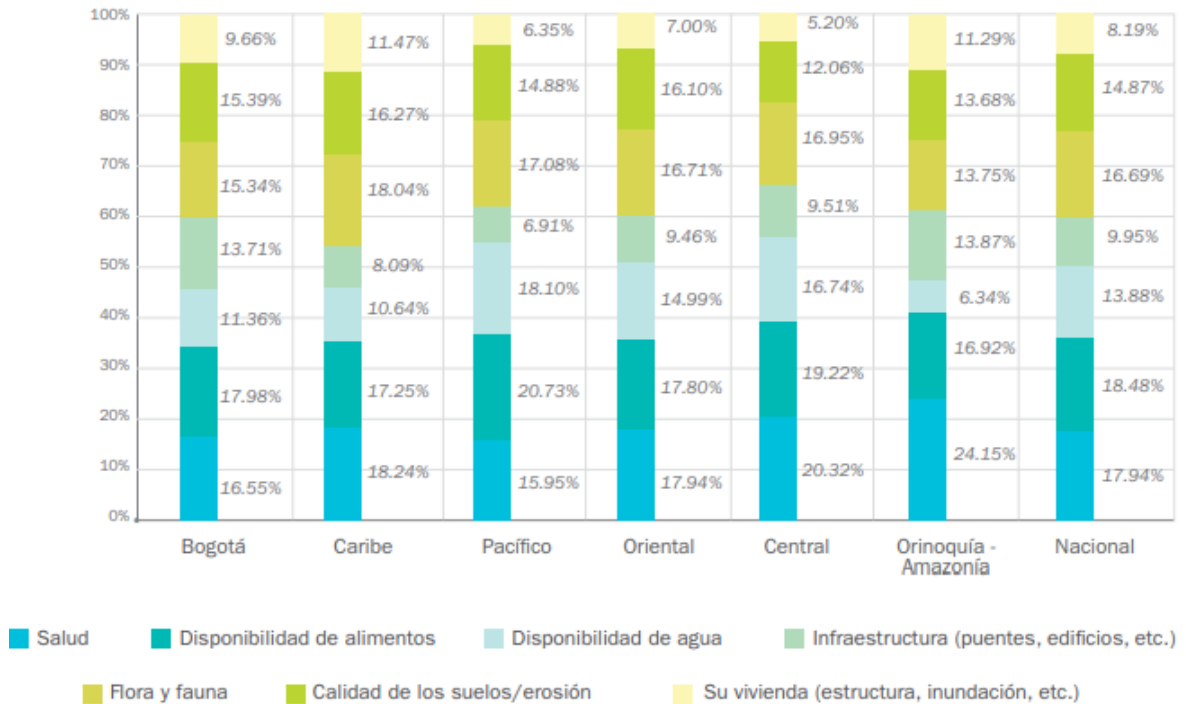
Fuente: Ministerio de ambiente

La percepción nacional sobre las tendencias de lluvia (Grafica 9) ha disminuido con un 54.02%, junto a este el 31.22% de las personas encuestadas consideran que es muy variable, un 9.04% considera que ha aumentado y el 5.63% ha permanecido igual. La zona rural, la cual se percibe como la región más expuesta a la variabilidad climática señala con un 50.84% que ha disminuido siendo menor que la media nacional y se tiene una percepción de que ha aumentado un 10.22% mayor que la media nacional (9.04%).

La zona urbana percibe con un 2.25% que ha aumentado, siendo mucho menor que la media nacional (9.04%) y que ha disminuido con un 72.23% siendo mucho mayor que la percepción media nacional (54.02%). A raíz de esto se puede deducir que la percepción de las tendencias de precipitación está ligadas al nivel de vulnerabilidad, puesto que la intensidad de lluvias se siente más en las regiones rurales debido a la baja preparación de estas zonas para recibir aguaceros, ya que después de épocas de lluvia resultan mucho más afectadas en términos estructurales. La

asistencia y respuesta en zonas urbanas es mucho más efectiva en cuanto a los tiempos de respuesta y los recursos que se tienen disponibles para hacer frente a las situaciones.

*Grafica 10. Aspectos en los que el cambio climático amenaza mucho su ciudad/municipio por regiones colombianas*

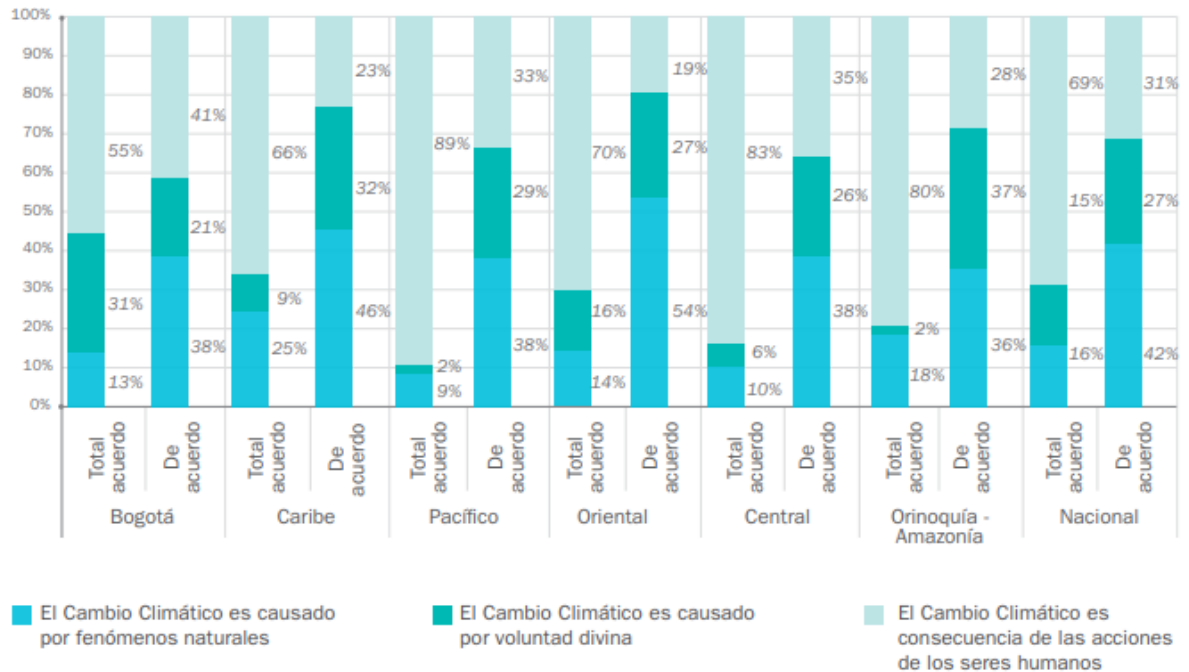


Fuente: Ministerio de ambiente

De acuerdo con la gráfica 10, dentro de los principales aspectos que se perciben más amenazados por parte de los encuestados debido al cambio climático se encuentran la disponibilidad de alimentos, salud, la flora y fauna; sin embargo, se pueden observar varias diferencias entre regiones como lo es el caso de Bogotá y el Pacífico, los cuales consideran que la disponibilidad de alimentos es el aspecto que más es amenazado por el cambio climático con un 17.98% y 20.73% respectivamente.

La salud es el aspecto que más se ve amenazado en las regiones Caribe, Oriental, Central y Orinoquía - Amazonía con un 18.24%, 17.94%, 20.32% y 24.15% respectivamente, ya que se puede observar un factor de vulnerabilidad en la población, en donde la mayoría de la población que habitan áreas urbanas tienden a ser menos expuestas, por lo que se sienten más amenazadas en aspectos como la salud y la disponibilidad de alimentos. Además, las consecuencias del cambio climático en la mayoría de zonas rurales, provocan enfermedades, cambios en la percepción de la temperatura, afectación de cultivos y en la infraestructura de la zona como puentes, edificios, entre otros.

Grafica 11. Causas del cambio climático de acuerdo con la percepción de los encuestados por regiones

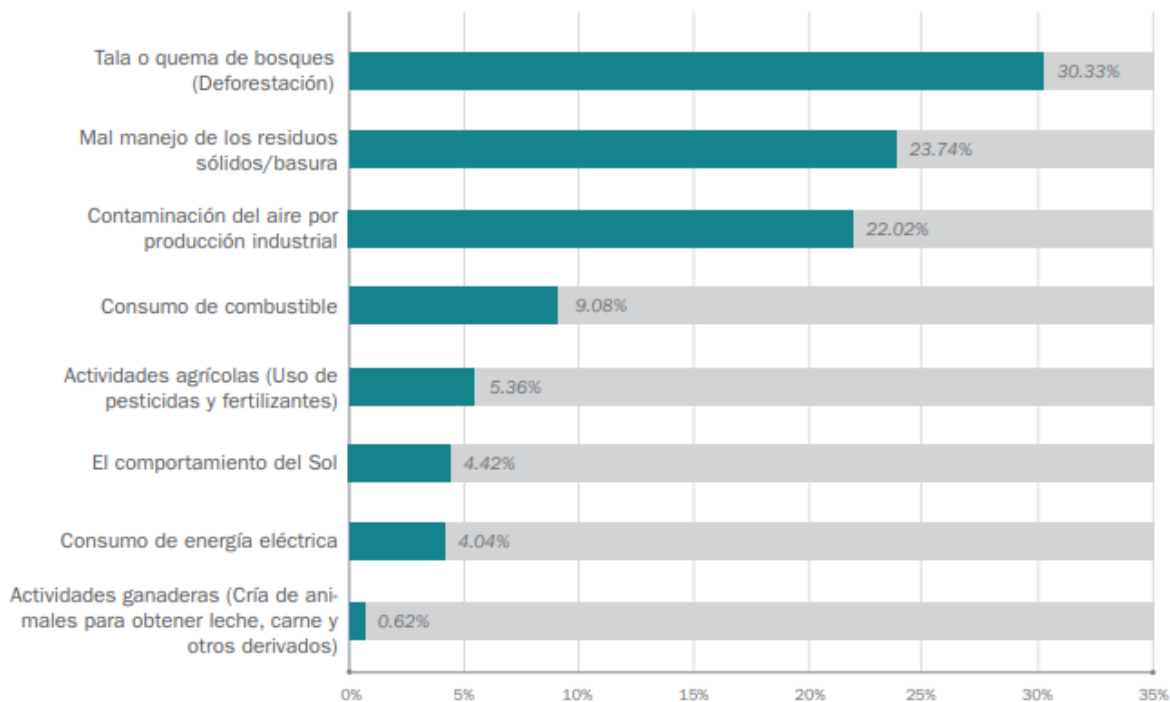


Fuente: Ministerio de ambiente

La percepción respecto a las principales causas del cambio climático se puede evidenciar en la gráfica 11, donde a nivel nacional, el 69% de los encuestados está totalmente de acuerdo en que el cambio climático es consecuencia de las acciones de los seres humanos, y las regiones en donde esta percepción está más presente son la región del Pacífico, Central y Orinoquía - Amazonía con un 89%, 83% y 80% respectivamente.

También se puede observar que las regiones donde están considerando que el cambio climático es producto de fenómenos naturales corresponde a las regiones Oriental y Caribe con un 54% y 46% respectivamente. La percepción en cuanto a las causas debido a la “voluntad divina” fue la que menos se percibió a nivel general, en donde la ciudad de Bogotá está totalmente de acuerdo con un 31%, de igual forma se encuentra la región Orinoquía - Amazonía que está de acuerdo con un 37%.

Grafica 12. Causas del cambio climático de acuerdo con la percepción de los encuestados por regiones



Fuente: Ministerio de ambiente

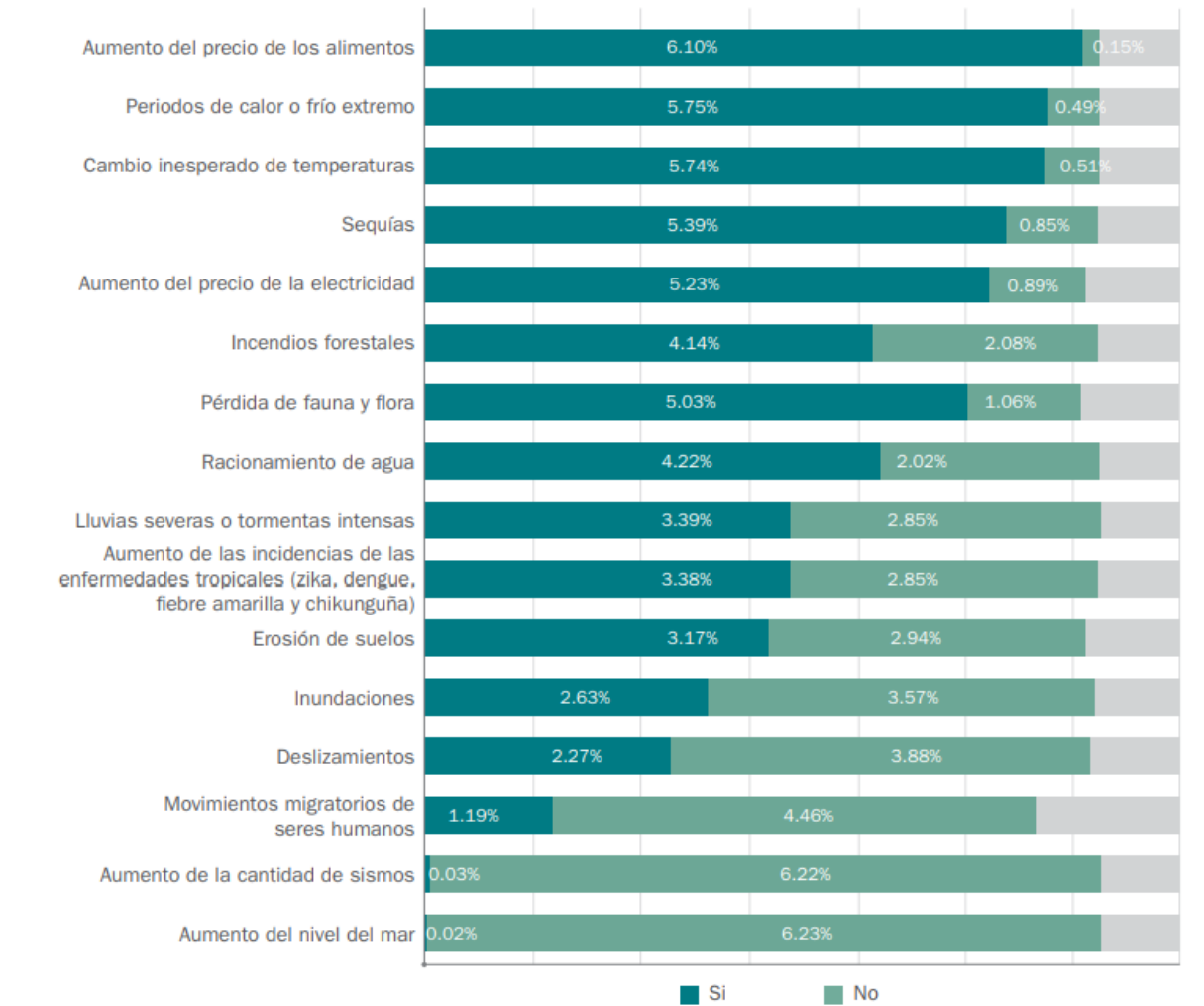
De acuerdo con la gráfica 12, se observa que la causa principal del cambio climático a nivel nacional que perciben los encuestados, corresponde a la deforestación de bosques con un 30.33%, que según los datos del IDEAM, se evidencia una disminución en los bosques de Colombia desde 1990 a 2014 del 56.4% al 51.7% respectivamente. La mala regulación de los residuos sólidos representa un 23.7% respecto las posibles causas de la variabilidad climática, siendo en Puerto Boyacá, la principal problemática que acoge el municipio junto con el vertimiento de químicos en las fuentes de agua, el cual representa un gran impacto en el medio ambiente.

Por otro lado, se tiene un 22.02% para la contaminación del aire debido a procesos industriales y con un 9.08% una percepción referente al consumo de combustible de los automotores. Las actividades agrícolas representan un 5.36% según la percepción de la muestra, siendo esta una de las actividades que más gas metano genera a causa de los procesos biológicos y químicos que se requieren en materia del uso del suelo que se le da para su explotación.

En Pueblo Nuevo, Córdoba, se observa que la principal causa es la actividad agrícola, donde la sobreexplotación del suelo y de sus recursos hídricos se hace evidente. Otras causas no menos importantes tienen que ver con el comportamiento del sol, el consumo de energía eléctrica y la actividad ganadera con un 4.42%, 4.04% y un 0.62% respectivamente. En términos generales, las causas del cambio climático, donde la población tiene certeza de los diferentes gases de efecto

invernadero, son principalmente los procesos industriales y la utilización y quema de combustibles fósiles.

*Grafica 13. Situaciones relacionadas con el cambio climático a nivel nacional a partir de la percepción de los encuestados*



Fuente: Ministerio de ambiente

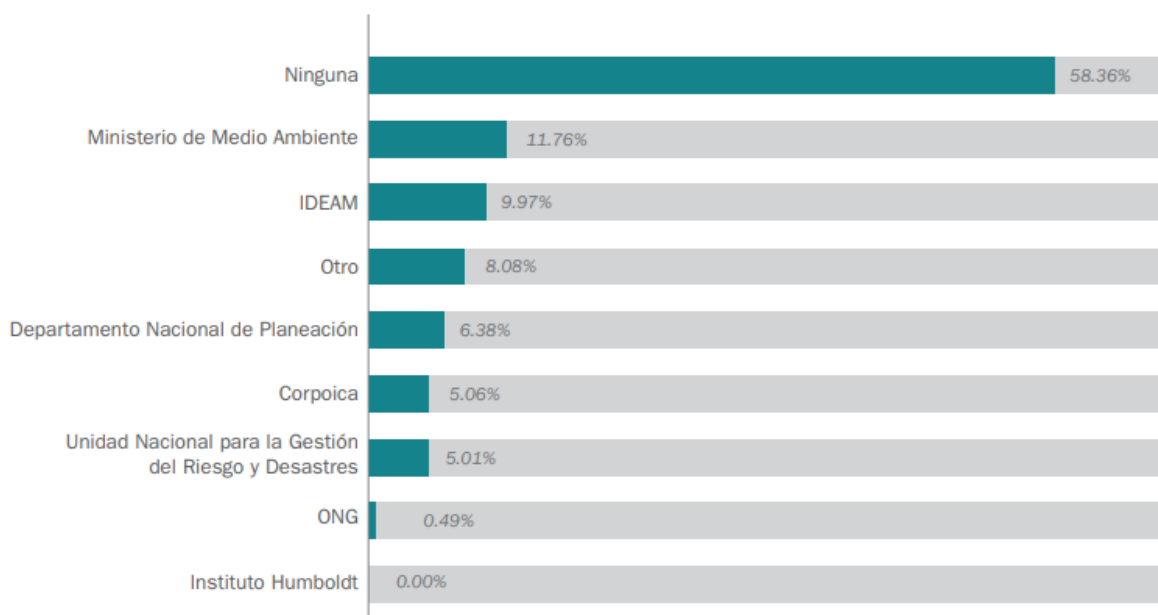
Teniendo en cuenta que Colombia es un país en vía de desarrollo y que se encuentra en una zona susceptible a cualquier cambio brusco del clima, cabe esperar desastres y consecuencias en la población donde su habitabilidad y su entorno no es el más adecuado para la mitigación de tales siniestros. Por lo que existen diferentes situaciones que se relacionan al cambio climático y son percibidas por las personas.

En la encuesta de percepción, se muestra que el aumento de precio de la canasta familiar, el aumento o disminución de la temperatura, sequías, pérdida de fauna y flora o el racionamiento del agua (Grafica 13), son diferentes situaciones que en su

mayoría son percibidas por la población del muestreo y los diferentes puntos focales. Por otro lado, tanto el aumento de sismos y aumentos en el nivel del mar, son situaciones donde la población no considera alguna relación con el cambio climático.

En otros municipios, la población relaciona los eventos, con implicaciones y afectaciones en la salud, el entorno laboral, familiar y económico. Es importante entender que cada municipio o sector del territorio colombiano, tendrá una percepción diferente de acuerdo con el cambio climático, ya que existe una brecha en diferentes aspectos tanto económicos, sociales, territoriales, naturales y culturales, que hacen necesario mirar la problemática holísticamente.

*Grafica 14. Visibilidad de las diferentes organizaciones que trabajan en torno al cambio climático*



Fuente: Ministerio de ambiente

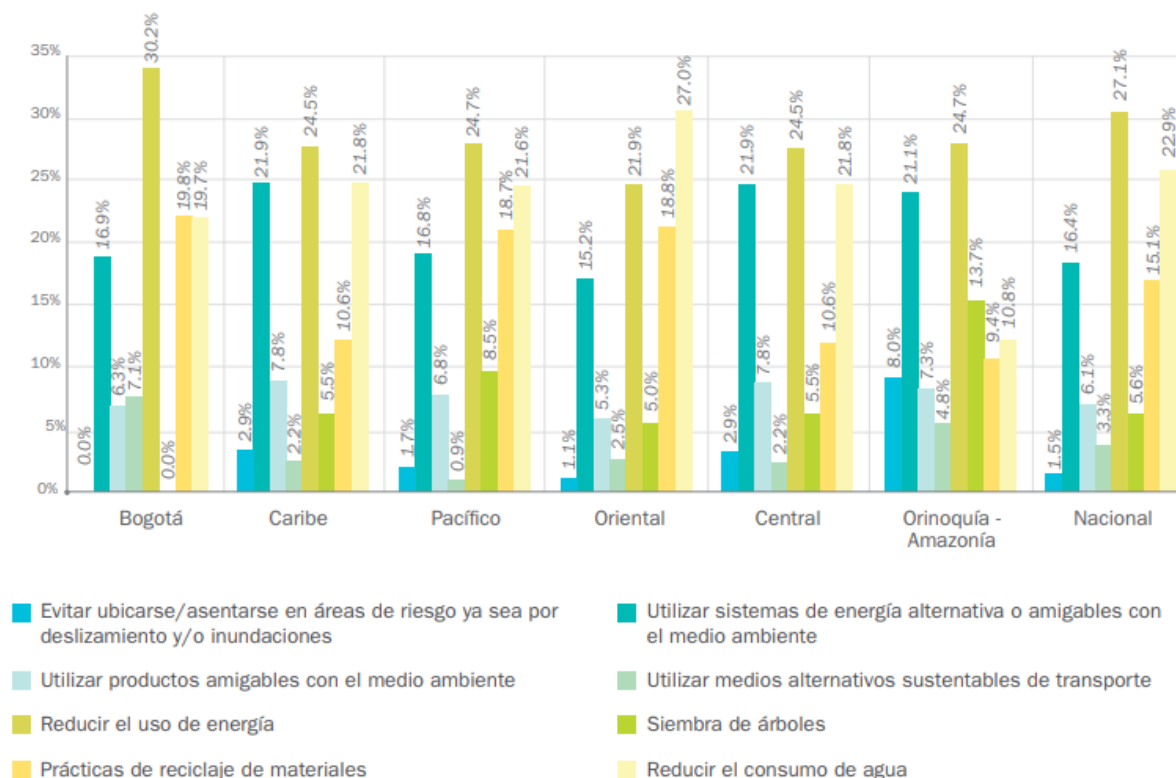
Respecto a la visibilidad de organizaciones que trabajan frente al cambio climático (Grafica 14), existen diferentes instituciones o entes tanto a nivel nacional como a nivel regional que se encargan de la gestión en actividades referentes a la variabilidad climática. La encuesta mostró que el 58.36% de los encuestados no conocen las entidades presentes en sus municipios o territorios. El ministerio de ambiente mostró una visibilidad tan solo del 11.76%, siendo este uno de los entes más importantes, el cual se encarga de definir diferentes políticas a nivel nacional y ambiental con el fin de promover, mitigar, proteger y recuperar el aprovechamiento de los recursos naturales renovables con el fin de garantizar un desarrollo sostenible para futuras generaciones.



Seguidamente, el IDEAM, el cual es una entidad pública que se encarga del almacenamiento y producción de información en relación con las dinámicas de los recursos naturales y su interacción con el medio ambiente, contando con un 9.97% de visibilidad. Existen otros entes que tienen una visibilidad del 8.08% con una fuerte presencia en los municipios, siendo entidades como las UMATAS, grupos de investigación de Colciencias o Parques Nacionales tanto nacionales como locales.

Por último, se observan diferentes entidades con poco porcentaje de visibilidad respecto a las demás siendo el DPN, la Corpoica, las Unidades Nacionales de Gestión del Riesgo y Desastres, las ONG o el Instituto Humboldt, siendo este último uno de los entes más representativos en materia de investigación de los recursos biológicos ratificado por Colombia en el año 1994, generando conocimiento para la evaluación del estado actual de la biodiversidad del país.

*Grafica 15. Acciones para adaptarse al cambio climático a nivel nacional y por regiones*



Fuente: Ministerio de ambiente

En referencia a las acciones de adaptación al cambio climático en las diferentes regiones y territorios a nivel nacional, se muestra en la gráfica 15 que las prácticas respecto a la reducción de la energía y al consumo de agua tiene un mayor porcentaje en la mayoría de las regiones presentes en el estudio. Otra de las prácticas que tienen un gran impacto en la reducción de las causas del cambio climático es la buena disposición de los residuos sólidos, ya que son los principales

emisores de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) al ser depositados en lugares no aptos para su tratamiento.

La encuesta demuestra que en regiones como la Orinoquía - Amazonas, el caribe y la región central las acciones respecto a una óptima disposición de residuos, no más del 10% de los encuestados implementan estas prácticas dentro de las acciones de adaptación al cambio climático. Una de las buenas prácticas en la implementación y adaptación hacen referencia a lugares donde asentarse sin que se presenten riesgos de deslizamientos o inundaciones, siendo esta una tendencia en la mayoría de las regiones de la encuesta con porcentajes considerables mayores al 15% del total de los encuestados en cada región. Lo anterior también tiene una relación importante con las buenas prácticas de construcción e infraestructura que se han implementado en la región de Orinoquía y Amazonas, modificando sus viviendas o sus hábitats con diferentes materiales amigables con el medio ambiente y que a su vez representan elementos que contribuyen al mejoramiento de la resistencia de las viviendas.

El estudio de percepción tuvo como objetivo la determinación y análisis de las percepciones respecto al cambio climático que tuvo una muestra representativa de 57 municipios con 1130 encuestas, teniendo una cobertura para el área urbana del 75% y el área rural del 25%. Se analizaron varios temas referentes a las políticas, actitudes, acciones, instituciones y apropiación de conocimiento acerca del fenómeno del cambio climático.

Los resultados de las encuestas mostraron que la población que tiende a ser más vulnerable percibe la variabilidad climática de una forma más directa en términos de menor disponibilidad de agua y alimentos, afectación a la salud de la población debido a enfermedades y daños a la infraestructura en general, entre otros aspectos. Lo anterior evidencia que, el asentamiento de poblaciones en áreas rurales no se encuentra preparada para enfrentar el cambio climático y sus consecuencias.

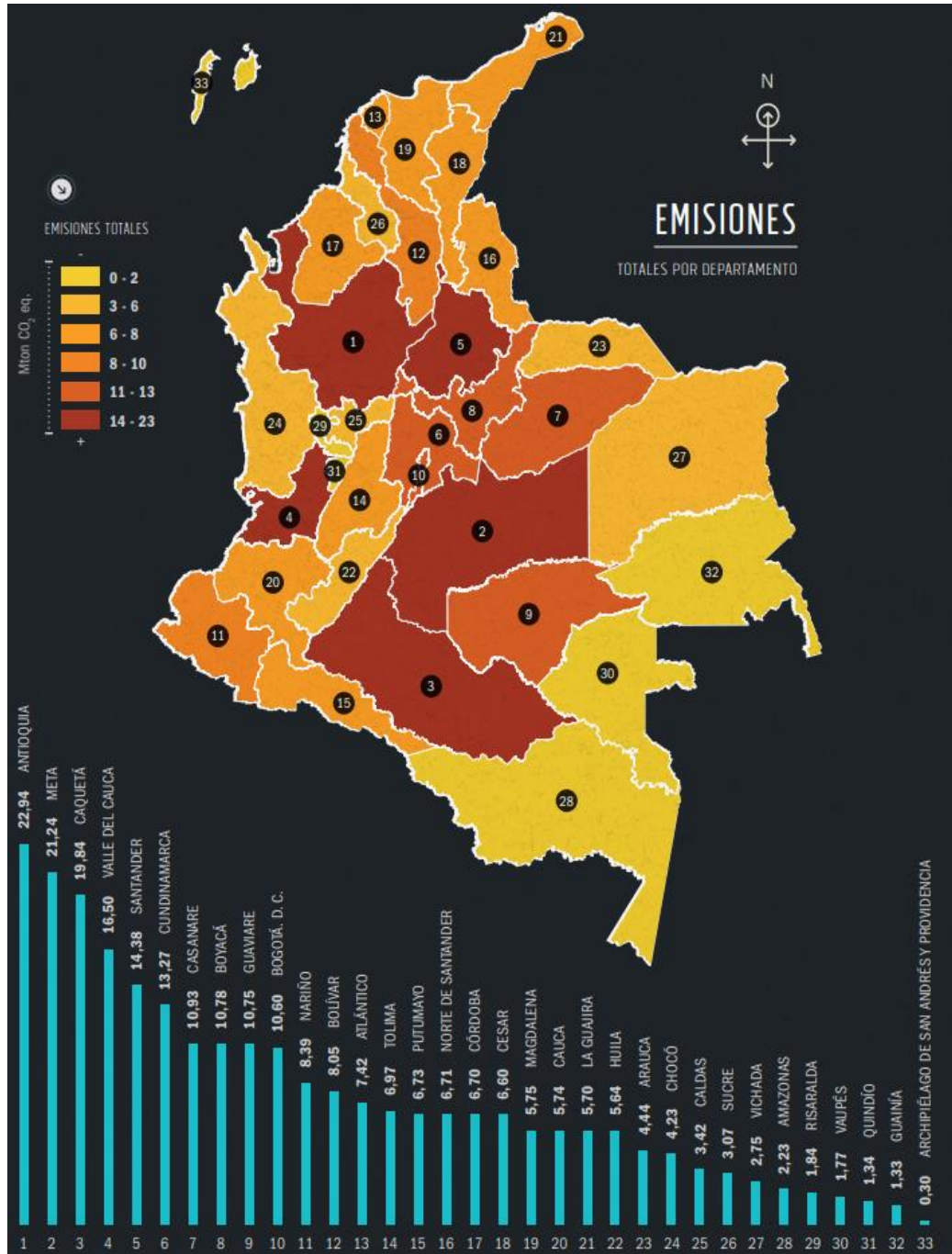
Por otra parte, los resultados de los análisis de GEI por departamento en cada sector mostro lo siguiente:

## **18.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS INVENTARIOS DE GEI POR DEPARTAMENTO Y SECTOR**

Las estimaciones dentro del inventario tienen como resultado las emisiones brutas, las emisiones absorbidas (Valores negativos) y las emisiones totales netas, las cuales hacen referencia a las emisiones brutas menos las emisiones absorbidas. Los inventarios son una fuente confiable para la revisión de las emisiones y

estrategias futuras para su mitigación.<sup>72</sup> Estas emisiones son estimadas en MTon (Megatoneladas) CO<sub>2</sub> equivalente, y se mirará tanto las emisiones brutas como las absorbidas dependiendo cada departamento del territorio nacional y sector económico según los grupos IPCC tal y como se muestra a continuación:

Grafica 16. Emisiones totales por departamento

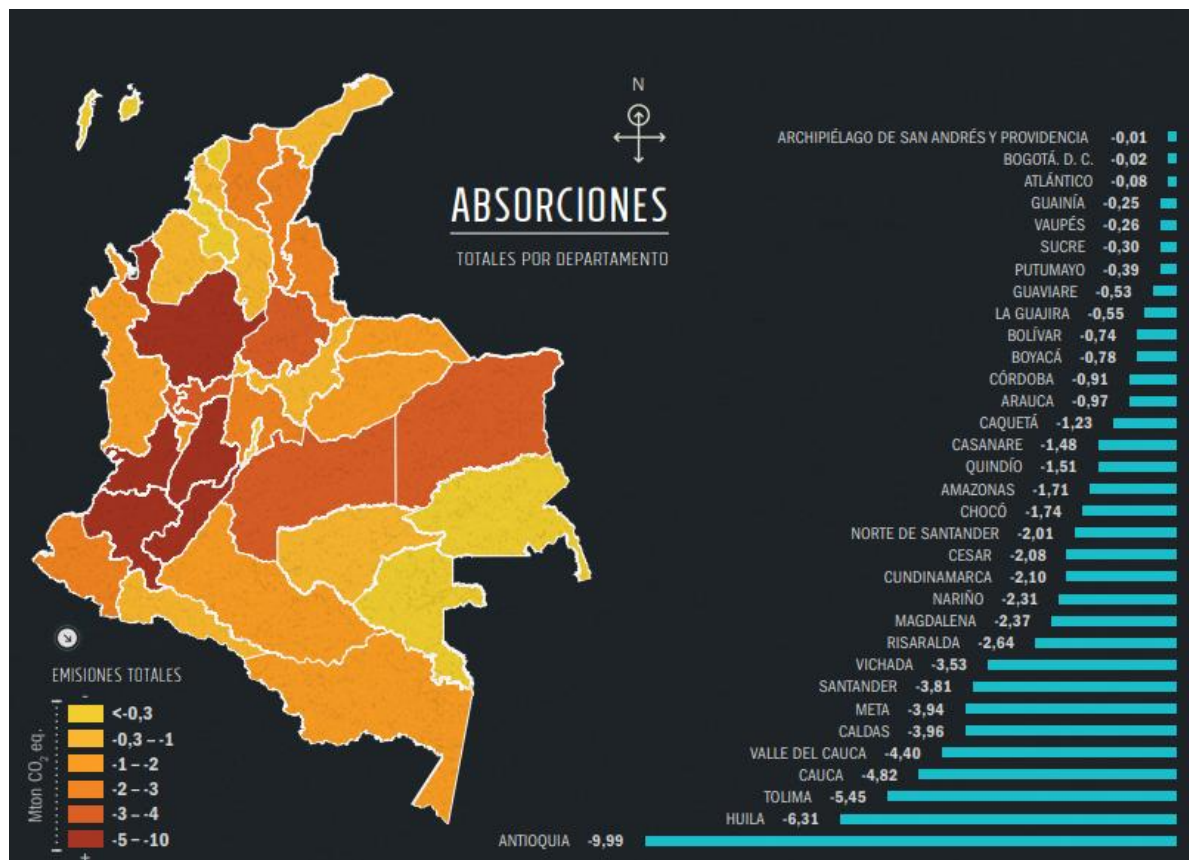


Fuente: Ministerio de ambiente

En la gráfica 16, se puede observar las emisiones totales por departamento, siendo de color amarillo claro, los departamentos con menores emisiones producidas en MTon de CO<sub>2</sub> eq. A medida que la intensidad del color va subiendo, simboliza los departamentos con mayores emisiones en las unidades dadas. Antioquía es el departamento con mayor fuente de emisión de gases respecto a los demás departamentos con un valor de 22.94 MTon CO<sub>2</sub> eq, siendo el transporte, industrias manufactureras y de la construcción y la industria de la energía los que más contribuyen en relación con el sector de la energía.

Respecto a los procesos industriales, la industria de la minería gobierna este sector con mayores emisiones que la industria química y metales. En el sector agropecuario las fuentes emisoras de gases tiene relación con las actividades ganaderas y los cambios en el uso del suelo para la actividad agrícola. Seguido de Antioquía, departamentos como Santander, Valle del Cauca, Caquetá y Meta superan más de las 10 MTon CO<sub>2</sub> eq. Por otro lado, se tienen departamentos como Arauca, Caldas, Sucre, Vichada, Amazonas, Risaralda, Vaupés, Quindío o Guainía donde las emisiones presentan valores menores a 5 MTon CO<sub>2</sub> eq, siendo emisiones de menor impacto.

*Grafica 17. Absorciones totales por departamento*

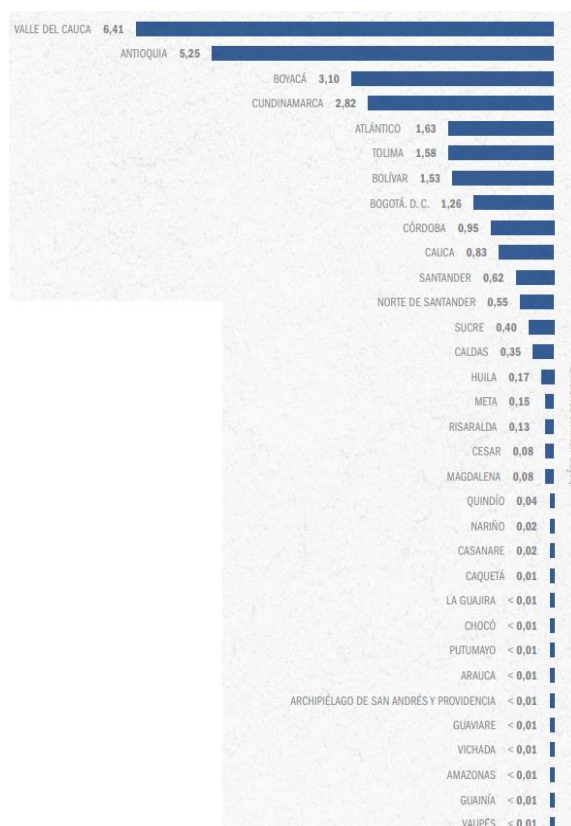


Fuente: Ministerio de ambiente

En la gráfica 17 se pueden observar las absorciones totales por departamento, las cuales son un elemento importante en el balance del carbono global, siendo el principal aspecto que contrarresta el impacto causado por las emisiones de GEI. A nivel general, se puede observar que Antioquia es el departamento que presenta más absorciones a nivel nacional, seguido de este se encuentra el departamento del Huila con un balance de -6.31 Mton de CO<sub>2</sub> eq y se ubica detrás de Antioquia con 3.68 Mton de CO<sub>2</sub> eq. Por otro lado, los departamentos de Archipiélago de San Andrés y Providencia, Bogotá, Atlántico, Guainía, Vaupés, Sucre y Putumayo presentan los menores aportes de absorción de emisiones presentando valores de hasta -0.39 Mton de CO<sub>2</sub> eq, el resto de departamentos en la mayoría de los casos presentan valores de entre -0.5 a -4 Mton de CO<sub>2</sub> eq.

A continuación, se realizará un análisis de la información referente a las emisiones generadas por los diferentes sectores económicos teniendo en cuenta cada departamento del país y su contribución a las emisiones de GEI que aportan en la construcción del inventario nacional:

*Grafica 18. Emisiones y absorciones por departamento del sector industrias manufactureras*



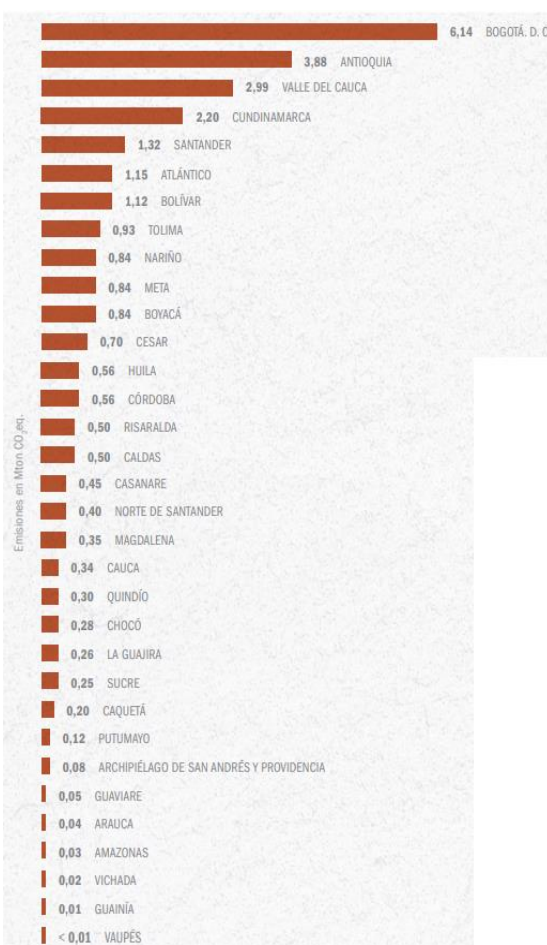
Fuente: Ministerio de ambiente

El sector de industrias manufactureras (Gráfica 18) se ubica como el tercer sector de importancia a nivel nacional, debido a las emisiones que son resultado de la



reacción entre materias primas que se emplean en diferentes procesos químicos. Los departamentos donde se produce más emisiones debido a este sector son el Valle del Cauca y Antioquia con 6.41 y 5.25 Mton de CO<sub>2</sub> eq respectivamente, y los departamentos que presentan menos emisiones son La Guajira, Chocó, Putumayo, Arauca, Archipiélago de San Andrés y Providencia, Guaviare, Vichada, Amazonas, Guainía y Vaupés con emisiones menores a 0.01 Mton de CO<sub>2</sub> eq, Es importante resaltar que 25 de los 33 departamentos que se tienen en cuenta en el inventario presentan emisiones menores a 1 Mton de CO<sub>2</sub> eq, lo cual muestra que este sector a nivel general no han impactado de una forma tan significativa en cuanto a emisiones debido a las actividades y procesos de las industrias manufactureras.

*Grafica 19. Emisiones y absorciones por departamento del sector transporte*

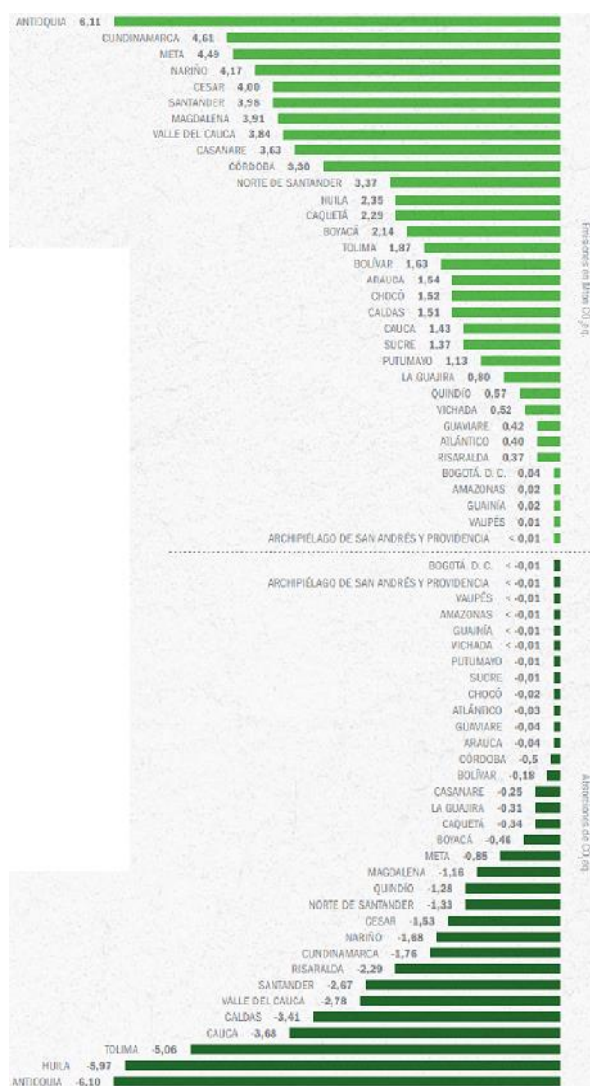


Fuente: Ministerio de ambiente

El sector del transporte es el cuarto sector de importancia a nivel nacional en cuanto a emisiones de GEI debido a actividades relacionadas con el uso energético de combustibles fósiles, estadísticas de operaciones aéreas, número de estaciones de servicio de GNV, kilómetros de línea férrea activa y en operación a nivel nacional y por tramos y estadísticas de embarcaciones por inspección fluvial.

De la gráfica 19 se evidencia que Bogotá es el departamento junto con Antioquía que más produce emisiones en este sector con emisiones de 6.14 y 3.88 Mton de CO<sub>2</sub> eq respectivamente. Por otra parte, los departamentos Vaupés, Guainía, Vichada, Amazonas, Arauca, Guaviare y Archipiélago de San Andrés y Providencia presentan emisiones menores a 0.1 Mton de CO<sub>2</sub> eq, por lo cual se puede deducir que 18 de los 33 departamentos presentan emisiones menores a 0.5 Mton de CO<sub>2</sub> eq, de resto, 9 de los restantes presentan emisiones entre 0.5 y 1 Mton de CO<sub>2</sub> eq, dejando a 7 departamentos con emisiones mayores a 1 Mton de CO<sub>2</sub> eq.

*Grafica 20. Emisiones y absorciones por departamento del sector agropecuario*



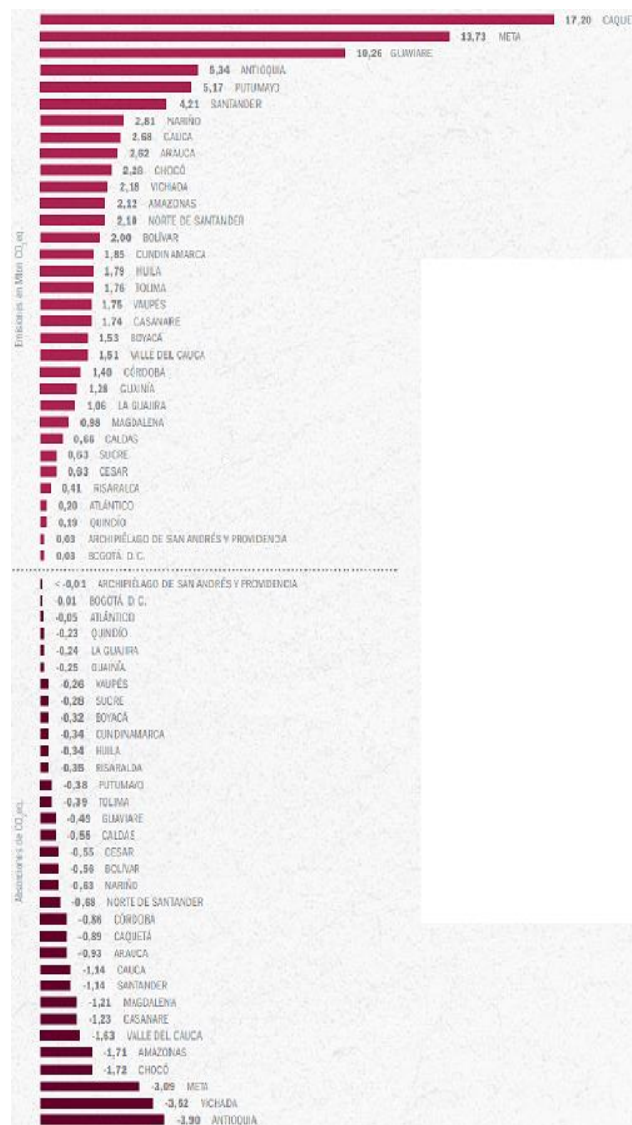
Fuente: Ministerio de ambiente

El sector agropecuario es el segundo sector de importancia en cuanto a emisiones de GEI debido a actividades relacionadas con la fermentación entérica, renovación de cultivos permanentes y deforestación, las cuales son compensadas debido a las absorciones de GEI producto del crecimiento de los cultivos como la palma de aceite

en el departamento del Meta quienes son los responsables de las mayores absorciones.

La gráfica 20 muestra que el departamento de Antioquia presenta un balance neutral en cuanto a sus emisiones de GEI, las cuales son equivalentes a las absorciones con 6.11 y -6.11 Mton de CO<sub>2</sub> eq respectivamente. En el caso de los departamentos del Huila, Tolima, Cauca, Caldas, Risaralda y Quindío presentan más absorciones que emisiones de GEI mostrando óptimos resultados, dejando así 6 de los 33 departamentos con un balance positivo, favoreciendo a las absorciones lo cual muestra que a nivel nacional este sector ha sido bastante impactado de forma negativa por parte de las emisiones de GEI.

*Grafica 21. Emisiones y absorciones por departamento del sector forestal*



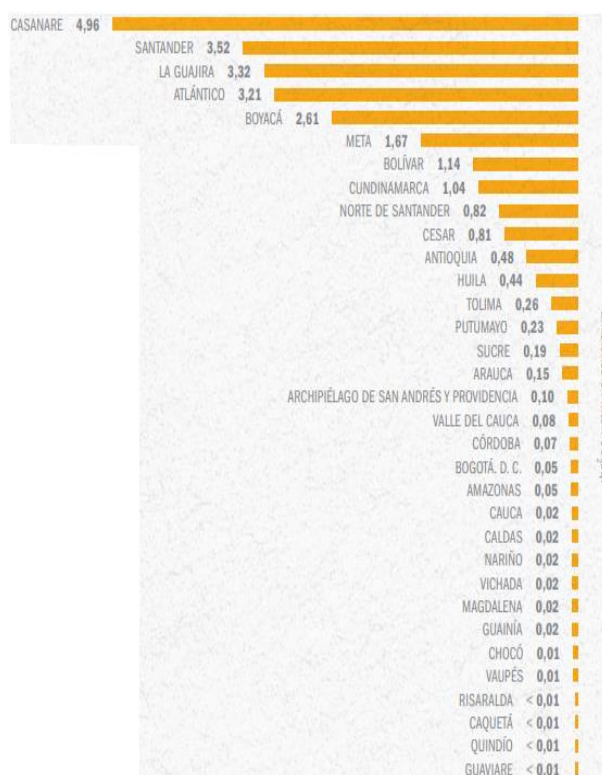
Fuente: Ministerio de ambiente



El sector forestal es el sector con la mayor importancia a nivel nacional por su alarmante cantidad de emisiones causadas principalmente a actividades de deforestación, cambio de bosque natural a matorrales y pastizales. Lo anterior se encuentra compensado con actividades que generan absorciones de GEI que se relacionan con las actividades de áreas sembradas de plantaciones y la regeneración forestal del bosque.

La gráfica 21 muestra que el departamento de Vichada, Valle del Cauca, Magdalena y Quindío presentan más absorciones que emisiones presentando así un balance positivo; sin embargo, 29 de los 33 departamentos presentan más emisiones que absorciones con casos críticos como lo son los departamentos de Caquetá, Meta y Guaviare con emisiones de 17.20, 13.73, y 10.26 Mton de CO<sub>2</sub> eq respectivamente frente a sus absorciones que son -0.89, -3.09 y -0.49 Mton de CO<sub>2</sub> eq respectivamente, esto muestra la gravedad de la situación en el sector forestal en cuanto a emisiones de GEI.

*Grafica 22. Emisiones y absorciones por departamento del sector minas y energía*



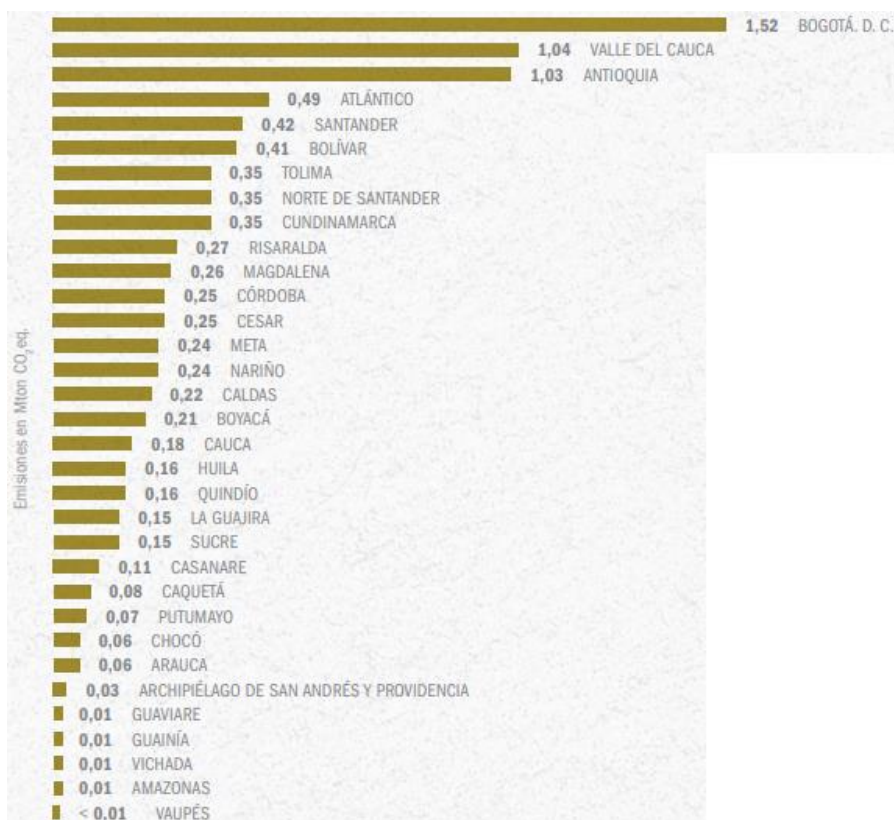
Fuente: Ministerio de ambiente

El sector de minas y energía (Grafica 22) hace referencia a todas las emisiones generadas por la quema de combustibles con diferentes elementos industriales como hornos y motores los cuales permiten la realización de procesos que influyen en el desarrollo económico del país. En este sector también se incluyen actividades

de extracción, producción y almacenamiento de minerales como el carbón, petróleo tanto producido como transportado, pozos perforados, refinerías, gas natural, entre otros. Este sector económico es el responsable del 10% de las emisiones nacionales de GEI, siendo los departamentos de Casanare, la Guajira y el Meta los responsables de una emisión de 4.96, 3.32 y 1.67 MTon CO<sub>2</sub> eq respectivamente, debido principalmente a los grandes campos de petróleo y gas que se encuentran en estas regiones.

Los departamentos como Santander y Bolívar son los responsables de emisiones aproximadas de 5 MTon CO<sub>2</sub> eq, siendo las refinerías las principales causas de su emisión a causa del impacto ambiental tanto en la contaminación y erosión de los suelos y los efluentes sólidos y gaseosos que contribuyen en la afectación de la capa de ozono, lluvias ácidas y el deterioro de la fauna y flora. Por último, la industria eléctrica en el Atlántico y Boyacá contribuyen en gran medida en las emisiones, debido al uso de combustibles y el aprovechamiento masivo de los recursos renovables.

*Grafica 23. Emisiones y absorciones por departamento del sector saneamiento*



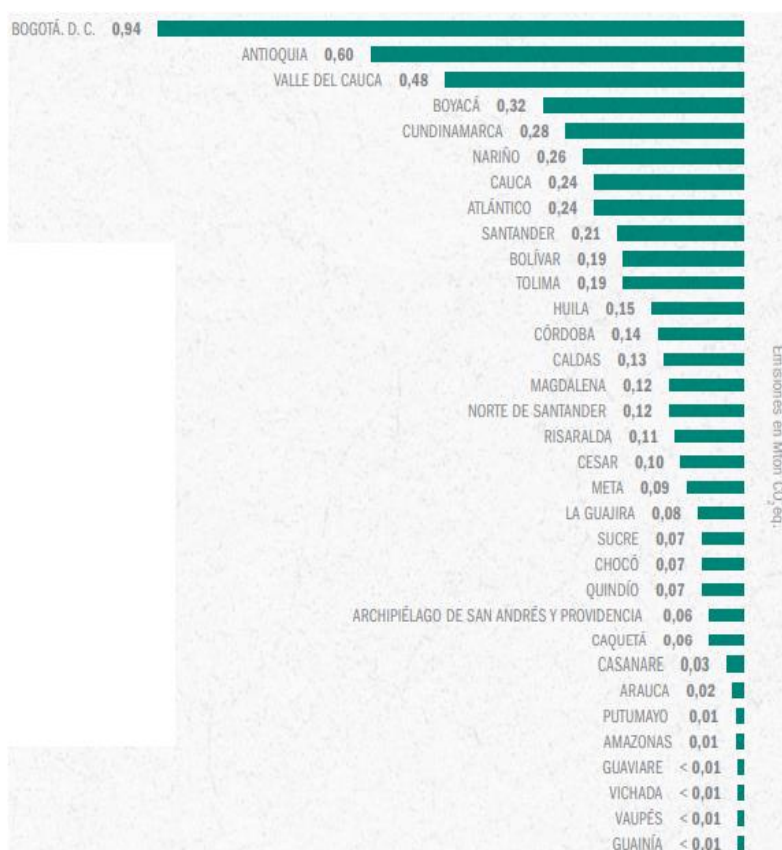
Fuente: Ministerio de ambiente

El sector referente a saneamiento tiene que ver con todas las emisiones generadas a partir de la disposición final tanto de los residuos sólidos y aguas residuales como

en el resultado de las diferentes actividades industriales o procesos constructivos que se realizan para el desarrollo del país. Estas emisiones representan alrededor del 4% de las emisiones totales nacionales siendo una disposición inadecuada de los residuos en lugares no aptos para su tratamiento o degradación. Por otro lado, tratamientos como la incineración en espacios abiertos o tratamiento y eliminación de las aguas residuales contribuyen a la emisión masiva de los GEI que tanto afectan al cambio climático.

En la gráfica 23, se puede observar que la ciudad de Bogotá junto con los departamentos del Valle del Cauca y Antioquia presentan valores de 1.52, 1.04 y 1.03 MTON CO<sub>2</sub> eq respectivamente debido a que son ciudades donde el PIB Nacional depende de las actividades industriales y constructivas que se realicen para el desarrollo de estos territorios. Por último, departamentos como el Guaviare, Guainía, Vichada, Amazonas y Vaupés no presentan cantidades representativas en las emisiones de GEI.

*Grafica 24. Emisiones y absorciones por departamento del sector residencial*

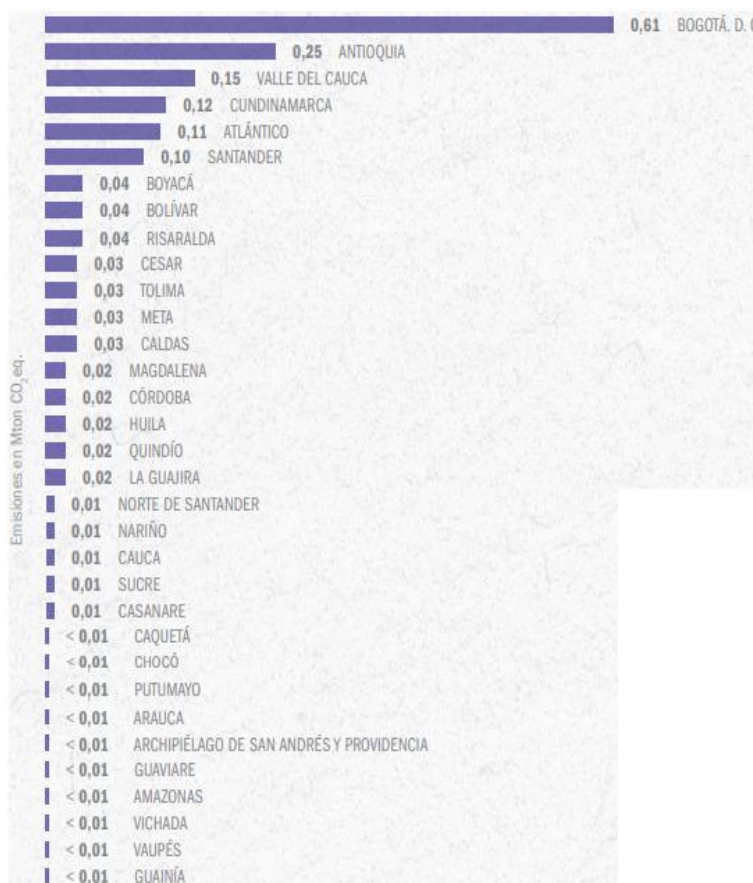


Fuente: Ministerio de ambiente

El sector residencial (Grafica 24), presenta en su mayoría la menor participación en las emisiones totales respecto a los demás sectores económicos, donde la ciudad

capital tan solo presenta un valor de 0.94 MTon CO<sub>2</sub> eq debido a la masiva urbanización y gran cantidad de población en comparación con los demás departamentos. Seguidamente se encuentran departamentos no menos importantes como Antioquia, Valle del Cauca, Boyacá, Nariño, Cauca y Santander, donde sus emisiones se encuentran en un rango entre 0.60 y 0.20 MTon CO<sub>2</sub> eq por debajo de las emisiones generadas por la capital. Por último, se encuentran el Guaviare, Vichada, Vaupés y Guainía con emisiones despreciables por debajo de 0.01 MTon de CO<sub>2</sub> eq. Esta diferenciación de las emisiones en este sector se debe a la clara diferenciación de la cantidad poblacional en cada departamento junto con su nivel de desarrollo y estrato.

*Grafica 25. Emisiones y absorciones por departamento del sector comercial*



Fuente: Ministerio de ambiente

En el sector comercial (Grafica 25), se identifican varias actividades en cuanto al uso del recurso energético en la quema de combustibles fósiles. Las diferentes actividades que se presentan en el sector comercial representan solamente el 3% de emisiones totales respecto a los otros sectores luego del sector residencial. Por otro lado, Bogotá, la ciudad con mayor emisión en referencia a este sector presenta

un valor de 0.61 MTon de CO<sub>2</sub> eq seguido de Antioquía, Valle del Cauca y Atlántico con valores de 0.25, 0.15 y 0.11 MTon CO<sub>2</sub> eq respectivamente.

En este sector, gran cantidad de departamentos ni siquiera alcanzan a emitir valores por encima de 0.01 MTon CO<sub>2</sub> eq siendo un sector que no representa un impacto realmente considerable en comparación al sector industrial, agropecuario o forestal. Cabe destacar que estas emisiones son directamente proporcionales con la población y su interacción con las diversas actividades comerciales que existen en las grandes urbes de la Nación.

### **18.3. ACCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN CONTEMPLADOS EN EL PNACC**

A continuación, se presentarán diferentes acciones y estrategias de mitigación de acuerdo con los Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Sectorial (PIGCCS) en materia de infraestructura, donde se tienen en cuenta varios enfoques como la construcción sostenible, el desarrollo urbano y territorio sostenible, gestión de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales.<sup>73</sup>

#### **18.3.1. Acciones de mitigación de GEI en la construcción sostenible**

Respecto a la construcción sostenible, se encuentra enfocada en la creación de lineamientos para el diseño y construcción sostenible, teniendo como objetivo la reducción del consumo de energía, logrando a su vez, una reducción de la emisión de GEI en relación con el desarrollo de vivienda. Para lograr estas medidas se han expedido diferentes mecanismos políticos mediante la implementación de normativas y lineamientos de construcción sostenible que impulsan instrumentos financieros los cuales permiten que se desarrolle su implementación.

#### **18.3.2. Acciones de mitigación de GEI en el desarrollo urbano y territorio sostenible**

El desarrollo urbano y territorial sostenible, se encuentra enfocado en llevar a cabo la normatividad en términos de planificación y uso del suelo de forma sostenible, priorizando la reducción de la deforestación y emisiones de GEI. Los planes de trabajo para el desarrollo de estas medidas se encuentran bajo la supervisión del MVCT (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio), el cual tiene previsto instrumentos normativos, técnicos, financieros y regulatorios con el objetivo de garantizar la implementación de las diferentes medidas de mitigación de GEI.

### 18.3.3. Acciones de mitigación de GEI en la gestión de residuos sólidos

En las acciones referentes a la mitigación de GEI en la gestión de residuos sólidos, se contemplan 6 medidas de mitigación las cuales se describen a continuación:

- **Primera medida:** Esta medida tiene como objetivo la gestión e implementación de los sistemas de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB), los cuales se realizan en los procesos de pretratamiento para los residuos sólidos y tienen como fin, la eliminación de los contaminantes que afectan tanto a la atmósfera como al subsuelo tal y como es el caso de los lixiviados. El desarrollo de estas actividades permite la reducción de los residuos sólidos que se llevan a disposición final en los diferentes rellenos sanitarios, donde se les da un manejo integral para una posterior reincorporación a los procesos productivos.
- **Segunda medida:** Su principal objetivo, es la promoción del reciclaje para una reincorporación de los residuos sólidos domésticos, con los que se pretende realizar procesos de reciclaje con una buena gestión de estos últimos.
- **Tercera medida:** Mediante instrumentos políticos y normativos, establecer la implementación de sistemas para mejorar la captación, conducción y quema de biogás en rellenos sanitarios. La importancia del biogás recae en su impacto ambiental, ya que la materia orgánica al reaccionar con microorganismos promueve su biodegradación, generando un gas combustible nocivo para la atmósfera.
- **Cuarta medida:** En relación con la tercera medida, se pretende fomentar sistemas de aprovechamiento del biogás en los rellenos sanitarios, debido a su potencial energético en casos donde exista una viabilidad económica y operativa.
- **Quinta medida:** Esta medida consiste en la gestión y promoción del uso de combustibles derivados de residuos (CDR) para su uso en procesos de incineración, la cual es una tecnología con gran potencial para la eliminación de los residuos sólidos. La ventaja en el uso de los CDR tiene que ver con el no uso de combustibles fósiles para este proceso, siendo de gran impacto debido a la emisión de GEI generado por el uso de tales combustibles. Cabe aclarar que esta medida se encuentra en una fase de recolección de información para su futura implementación.
- **Sexta medida:** Busca fomentar dentro de la planeación logística, la reconversión energética de vehículos, a sistemas más eficientes de gas o eléctricos, siendo un avance significativo en la reducción de emisiones de

GEI respecto al sector de transporte. Al igual que la medida anterior, esta se encuentra en la etapa de formulación para su posterior estructuración.

Hasta la fecha, existen diferentes instrumentos y herramientas expedidas para lograr la implementación de estas medidas como el CONPES 3874, relacionado a la Política Nacional para la gestión de residuos sólidos, el CONPES 3934, referente a la Política de crecimiento verde, el Decreto 1784 de 2017 y el Decreto 596 de 2016.

#### **18.3.4. Acciones de mitigación de GEI en el tratamiento de aguas residuales**

Las acciones de mitigación de GEI en el tratamiento de aguas residuales se encuentra contemplado en 3 medidas las cuales son:

- La gestión y promoción de sistemas de captación, conducción y quema controlada de biogás activo producido en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs).
- Gestión y promoción de sistemas de manejo y aprovechamiento controlado de biogás activo producido en PTARs debido a la descomposición anaeróbica, producto de la generación de energía, logrando así la reducción de emisiones generados en los digestores.
- Gestión y promoción del aumento de cobertura de tratamiento de aguas residuales domésticas al 68% para el 2030, de acuerdo con el marco del Programa SAVER.

Para llevar a cabo las medidas mencionadas con anterioridad se han habilitado instrumentos para:

- Reglamentar las acciones que generan la quema de biogás.
- Encontrar viabilidad financiera en los sistemas de aguas residuales.
- Establecer normativas de gestión de biosólidos de los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Regular las actividades asociadas a la generación, venta de electricidad y activación de un mercado de productos derivado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Los resultados del análisis de la comparación del PNACC de Colombia con el de Chile y Paraguay mostro lo siguiente:

#### **18.4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA COMPARACIÓN DEL PNACC CON EL DE OTROS PAÍSES DE LA ZONA**

Para este apartado, se tuvo en cuenta una matriz comparativa construida a partir de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano(CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) en los diferentes sectores relacionados al ámbito de la infraestructura y teniendo en cuenta países como Colombia, Chile y Paraguay. De acuerdo con lo anterior, se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto a los aportes de cada gas dependiendo cada sector en los países tenidos en cuenta:

##### **Respecto a la Energía:**

- En el ámbito de la infraestructura en Colombia y Chile, las emisiones generadas por este sector en el CO<sub>2</sub> corresponden a 19.36% y 18.65% respectivamente teniendo en cuenta el total nacional de emisiones en ese sector. Por otro lado, las emisiones generadas por Paraguay en el mismo sector corresponden al 2.93% del total de sus emisiones nacionales. De acuerdo con lo anterior, el sector de la infraestructura presenta un aporte considerable a las emisiones totales de CO<sub>2</sub> producidas al año.

- Las emisiones generadas de metano (CH<sub>4</sub>) en el sector de la construcción en Colombia, corresponde al 0.88% del total nacional emitido, el cual tiene un valor de 8.715 CO<sub>2</sub> Eq al año. Por lo que el sector de la construcción no representa un gran porcentaje que contribuye al valor total de emisiones de metano. Por otro lado, Chile y Paraguay presentan menos emisiones totales de metano en este mismo sector, pero presentan un mayor aporte porcentual de emisiones que las generadas por Colombia.

- Las emisiones generadas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) en el sector de la construcción en Colombia, corresponde al 12.25% del total nacional emitido, el cual tiene un valor de 1257 CO<sub>2</sub> Eq al año. Por lo que el sector de la construcción no genera un gran impacto que contribuya al valor total de emisiones de óxido nitroso. Por otro lado, Chile y Paraguay presentan menos emisiones totales de N<sub>2</sub>O en este mismo sector, pero presentan un mayor aporte porcentual de emisiones que las generadas por Colombia.

##### **Respecto a los IPPU:**

- Las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por los procesos industriales y uso de productos en el sector de la infraestructura representan casi un 100% respecto a las emisiones totales de cada país. Teniendo en cuenta la industria de los minerales, industria química y la industria de los metales, las emisiones generadas de CO<sub>2</sub> por estos sectores suman un 99.73%. Para Chile y Paraguay las sumas de las emisiones



generadas por los mismos subsectores representan un 96.09% y 97.18% respectivamente.

- En Colombia, las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) debido a la industria química en el sector de la infraestructura presentan un aporte porcentual del 95.45%, mientras que para la industria de los minerales no aplica y para la industria de los metales representa un 4.55%. Respecto a Chile, un 100% de las emisiones están representadas por las actividades de la industria química y para el caso de Paraguay, las emisiones de metano no se estimaron en ninguna de los subsectores industriales mencionados.

- Para el caso de Chile y Colombia, las emisiones generadas de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) en la industria química representan el 100% de las emisiones totales nacionales. En cuanto a Paraguay, las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  no se estimaron en ninguno de los subsectores asociados a la infraestructura.

#### **Respecto a los residuos:**

- En relación con las emisiones de  $\text{CO}_2$  respecto a los residuos, no aplica en ningún caso.

- Las emisiones de metano generadas por los residuos, en Colombia y Paraguay, equivalen a un valor alrededor del 100% de las emisiones totales de cada país, mientras que para Chile el aporte porcentual de las emisiones de metano en el subsector de tratamiento de aguas, corresponden al 20.23% y la disposición de residuos sólidos corresponde a 80% aproximadamente.

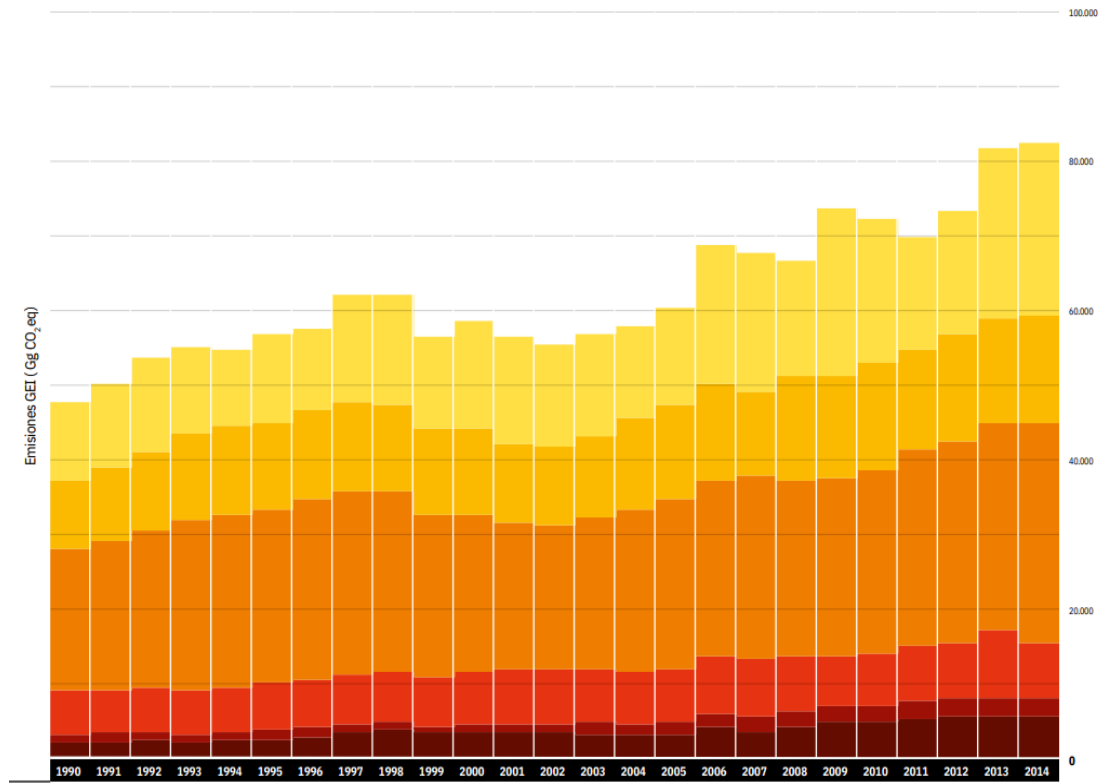
- Para el caso de las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$ , los residuos generan un aporte de más del 90% en el sector de infraestructura.

Respecto al comportamiento de las emisiones de GEI a través del tiempo para Colombia y Chile se determinó lo siguiente:

#### **18.4.1. Comportamiento de las emisiones de GEI a través del tiempo para Colombia y Chile**

A continuación, se realizará un análisis del comportamiento de las emisiones de GEI en cuanto a los sectores de la energía, IPPU y residuos en Colombia y Chile a través del tiempo:

Grafica 26. Emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 - Modulo de Energía en Colombia (Gg de CO<sub>2</sub> EQ)



Fuente: IDEAM

Figura No. 12. Convenciones de la gráfica de emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 - Modulo de Energía en Colombia (Gg de CO<sub>2</sub> EQ)

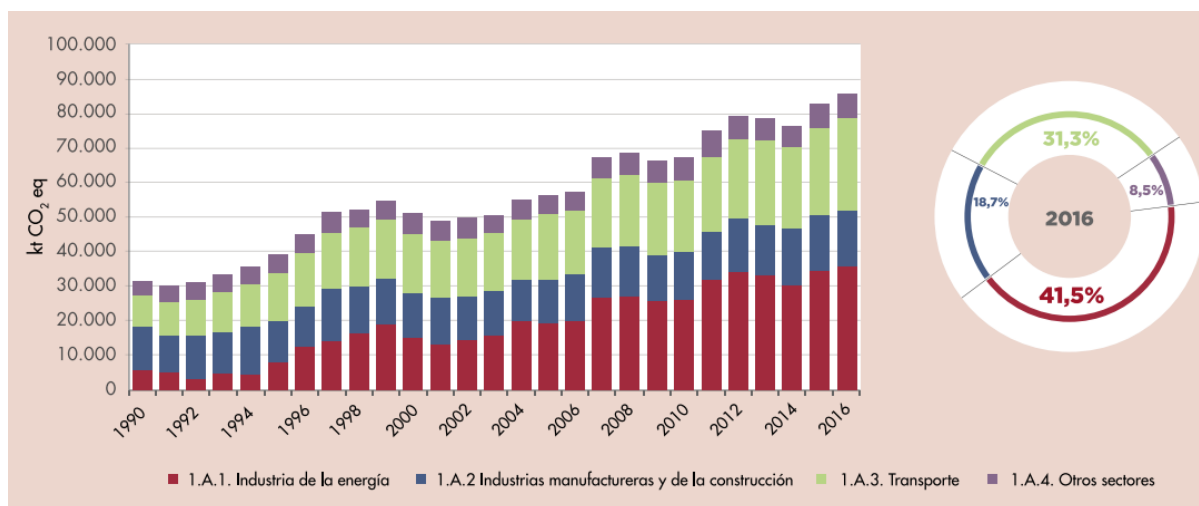


Fuente: IDEAM

Para el caso del subsector de la Industria manufacturera y la construcción en cuanto a la energía (Grafica 26), se observa un aumento de las emisiones generadas desde

1990 hasta 1998 para luego disminuir en 1999. Para los años posteriores se observa un aumento considerable hasta el año 2014, el cual fue el último dato registrado con un valor de 60.000 CO<sub>2</sub> eq aproximadamente.

*Grafica 27. Emisiones de GEI por subcategoría en el sector de la energía, serie 1990-2016 en Chile*



Fuente [en línea] disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/3rd-BUR-Chile-SPanish.pdf>

En el subsector de la industria manufacturera y de la construcción (Grafica 27), se puede observar que las emisiones de GEI presentan una tendencia creciente con un crecimiento relativamente constante a lo largo del tiempo, de igual forma, se puede observar que presenta un patrón decreciente cada 8 años; sin embargo, después de ese tiempo se evidencia un comportamiento creciente.<sup>78</sup>

<sup>78</sup> GEF. (2018). Tercer Informe Bienal De Actualización De Chile Sobre Cambio Climático. Santiago de Chile.

Grafica 28. Emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 - Modulo de IPPU en Colombia (Gg de CO<sub>2</sub> EQ)

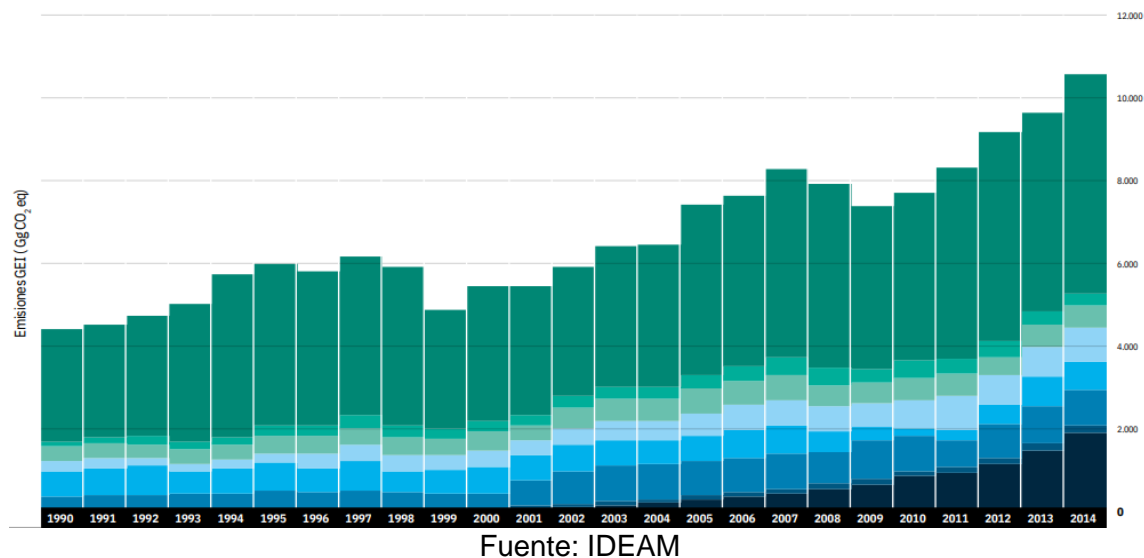


Figura No. 13. Convenciones de la gráfica de emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 (Colombia) - Modulo de IPPU (Gg de CO<sub>2</sub> EQ)

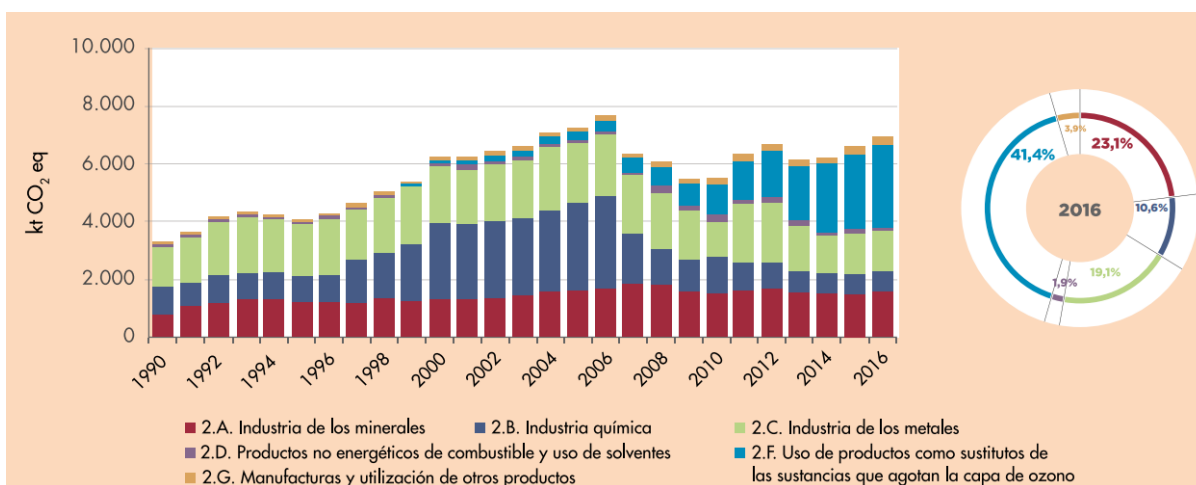
<b>2</b>	<b>Procesos Industriales y Uso de Productos</b>
<b>2A</b>	Industria de los minerales
<b>2A1</b>	Producción de cemento
<b>2A2</b>	Producción de cal
<b>2A3</b>	Producción de vidrio
<b>2A4</b>	Otros usos de carbonatos en los procesos
<b>2B</b>	Industria Química
<b>2B1</b>	Producción de amoníaco
<b>2B2</b>	Producción de ácido nítrico
<b>2B3</b>	Producción de ácido adípico
<b>2B4</b>	Producción de caprolactama, glicol y ácido glicólico
<b>2B5, 2B6, 2B7</b>	Producción de carburo, dióxido de titanio, ceniza de sosa
<b>2B8</b>	Producción petroquímica y de negro de humo
<b>2B9</b>	Producción fluorquímica
<b>2C</b>	Industria de los metales
<b>2C1</b>	Producción de hierro y acero
<b>2C2</b>	Producción de ferroleaciones
<b>2C3</b>	Producción de aluminio, magnesio, zinc
<b>2D</b>	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente
<b>2D1</b>	Uso de lubricantes
<b>2D2</b>	Uso de cera de parafina
<b>2D3</b>	Uso de solventes
<b>2E</b>	Industria electrónica
<b>2F</b>	Uso de productos sustitutos de SAO
<b>2F1</b>	Refrigeración y aire acondicionado
<b>2F2</b>	Agentes espumantes
<b>2F3</b>	Protección contra incendios
<b>2F4</b>	Aerosoles
<b>2F5</b>	Solventes
<b>2G</b>	Manufactura y utilización de otros productos
<b>2G1</b>	Equipos eléctricos
<b>2G2</b>	SF <sub>6</sub> y PFCs de otros usos de productos
<b>2G3</b>	N <sub>2</sub> O de usos de productos

Fuente: IDEAM

Respecto al sector de la Industria de los minerales (Grafica 28), concerniente a la producción de cemento, cal y vidrio, se observa un crecimiento relativamente constante hasta sobrepasar la barrera de los 10000 (Gg de CO<sub>2</sub> Eq) para el año

2014. En el caso de la industria química, sus emisiones están por debajo que las producidas por la industria de los minerales; sin embargo, se evidencian periodos de crecimiento entre los años 1990 al 1992, luego del 1993 al 1997, después del 1998 al 2007 para finalmente terminar con emisiones aproximadas al 6000 (Gg de CO<sub>2</sub> Eq) para el año 2006. Por otro lado, la industria de los metales presenta emisiones más bajas en comparación a las demás industrias mencionadas anteriormente. Además, se observa un crecimiento en sus emisiones a lo largo del rango de tiempo donde se registraron los datos, alcanzando valores en 2014 entre 2000 y 4000 (Gg de CO<sub>2</sub> Eq).

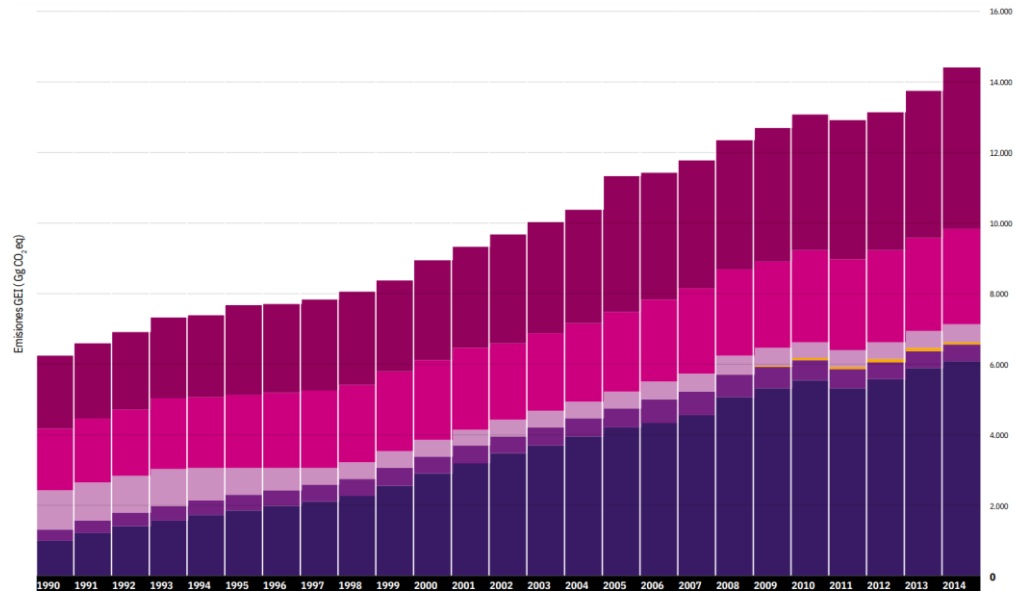
*Grafica 29. Emisiones de GEI por subcategoría en el sector IPPU, serie 1990-2016 en Chile*



Fuente [en línea] disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/3rd-BUR-Chile-Spanish.pdf>

En cuanto al sector de los procesos industriales y uso de productos (Grafica 29), el cual consta de 3 industrias asociadas al sector de la infraestructura como lo son la Industria de minerales, química y de los metales. En términos de las emisiones de GEI en la industria de los minerales se puede observar que presenta emisiones que se han mantenido constantes a lo largo del tiempo, mientras que las emisiones de la industria química y de los metales han presentado un comportamiento similar con respecto a los periodos de mayor emisión entre el 2000 y 2006 y periodos de menores emisiones entre el 2007 al 2010, teniendo una mayor cantidad de emisiones en la industria de los metales que la industria química en el mismo periodo de tiempo.

Grafica 30. Emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 - Modulo de Residuos en Colombia (Gg de CO<sub>2</sub> EQ)



Fuente: IDEAM

Figura No. 14. Convenciones de la gráfica de emisiones de GEI para la serie de 1990 a 2014 (Colombia) - Modulo de Residuos (Gg de CO<sub>2</sub> EQ)

#### 4 Residuos

##### 4A Eliminación de desechos sólidos

4A1 Sitios gestionados de eliminación de desechos

4A2 Sitios no gestionados de eliminación de desechos

4A3 Sitios no categorizados de eliminación de desechos

##### 4B Tratamiento biológico de los desechos sólidos

4C Incineración e incineración abierta de desechos

4C1 Incineración de desechos

4C2 Incineración abierta de desechos

##### 4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales.

4D1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas

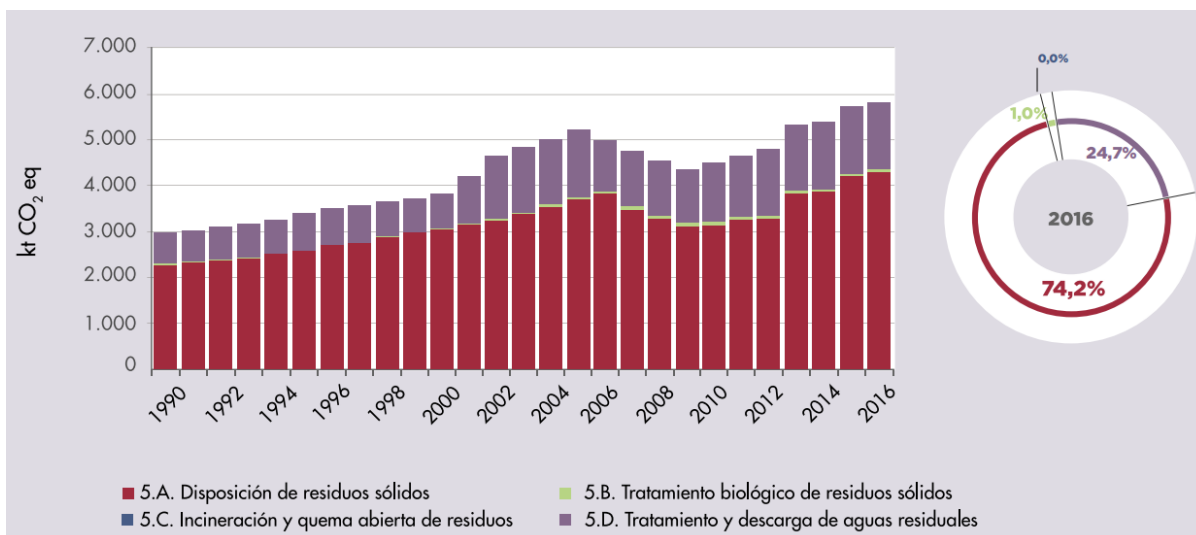
4D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Fuente: IDEAM

Para el caso de los residuos (Grafica 30), específicamente en el ámbito del tratamiento y eliminación de aguas residuales se puede observar un comportamiento creciente desde 1994 al 2014 presentando valores finales en 2014 por encima de los 14.000 (Gg de CO<sub>2</sub> EQ), siendo emisiones considerables

respecto al impacto ambiental. Por otro lado, en los sitios donde existe gestión y eliminación de desechos, se presenta una tendencia creciente a lo largo del tiempo que se tomó registro de los datos, presentando un dato final registrado entre 6000 y 7000 (Gg de CO<sub>2</sub> EQ) para el año 2014.

*Grafica 31. Emisiones de GEI por subcategoría en el sector Residuos, serie 1990-2016 en Chile*



Fuente [en línea] disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/3rd-BUR-Chile-Spanish.pdf>

Las emisiones de GEI en el sector de residuos con relación a la subcategoría de “Tratamiento y descarga de aguas residuales” (Grafica 31), es la variable que tiene una relación más afín con la infraestructura, ya que presenta las emisiones más altas en el sector de residuos, las cuales se encuentran por encima de las otras subcategorías teniendo periodos con un crecimiento constante entre el año 1990 y 2000. Luego de tal periodo de tiempo, se presentan comportamientos crecientes y decrecientes en el mismo periodo (10 años aproximadamente). Por otra parte, la disposición de residuos sólidos es otra subcategoría de gran repercusión dentro de la infraestructura, está presente al igual que la categoría de “Tratamiento y descarga de aguas residuales” la misma tendencia de emisiones a lo largo del tiempo, contando con emisiones en la disposición de residuos sólidos menores que las del tratamiento y descarga de aguas residuales.

En cuanto a lo abordado anteriormente respecto al estado actual, se evidencio que la mayoría de la población se informa acerca del cambio climático a través de medios de comunicación convencionales como la televisión y el internet. También se observó que la población que tiende a ser más vulnerable frente a los efectos del cambio climático corresponde a la población asentada en las áreas rurales, debido a su ubicación y sus diferentes actividades que van ligadas a la agricultura, silvicultura y ganadería.

Por otra parte, en el análisis de los inventarios por departamento realizado anteriormente, se pudo observar que la mayoría de las emisiones generadas en cada departamento tienen mayores magnitudes de MTon de CO<sub>2</sub> eq que las absorciones, donde el sector forestal es el responsable del 36% de las emisiones de GEI brutas del total de las emisiones nacionales. Así mismo, los departamentos que presentan mayores emisiones a nivel general son Antioquia, Meta y Caquetá. En cambio, departamentos como Quindío, Guainía y el archipiélago de San Andrés y Providencia, presentan las menores emisiones brutas a nivel nacional de MTon de CO<sub>2</sub> eq.

Al comparar los PNACC de Chile y Paraguay con el de Colombia desde los inventarios de emisiones de GEI, se evidencio que uno de los sectores que más emisiones genera corresponde al de la construcción e infraestructura relacionado con actividades en cuanto la disposición de residuos, tratamiento de aguas residuales, procesos de operación y construcción y procesos industriales. Frente a estas emisiones, diferentes organismos establecieron medidas de adaptación y mitigación en términos de la variabilidad climática con el objetivo de reducir estos aportes de GEI.

A continuación, se presentan los resultados acerca del estado actual del proyecto Honda – Puerto Salgar – Girardot:

### 18.5. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA

A continuación, se describirán las diferentes actividades que hacen parte del proceso constructivo y mejoramiento del tramo UF1 del proyecto Honda – Puerto Salgar – Girardot, los cuales están contenidos en la licencia ambiental del tramo correspondiente:

1. **Compra de predios:** Esta actividad se refiere a la adquisición de predios en donde posteriormente se desarrollará la obra. Esta compra de predios se efectuará a lo largo de todo el proyecto.
2. **Contratación de mano de obra:** Estará a cargo de la Concesión Alto Magdalena SAS, y la mano de obra se conformará por los habitantes de diferentes zonas de influencia que se encuentren en los alrededores de la zona de desarrollo del proyecto.
3. **Cerramiento, señalización de la obra e instalación de protectores:** Corresponde a la instalación de polisombras o cualquier otro material que funcione como delimitante de instalaciones temporales que busca proteger a la edificación en sí, junto con los materiales que se encuentren dentro del predio con el objetivo de contener los escombros o residuos de la obra del exterior.



La señalización de esta obra se encuentra comprendida en 2 fases, donde la primera corresponde a una señalización temporal que tendrá lugar durante la etapa de construcción del proyecto, y la segunda etapa hace referencia a la instalación permanente de señalización de tipo reglamentaria, informativa y preventiva a lo largo del proyecto.

4. **Acopio y almacenamiento de materiales:** Esta actividad se realiza en los campamentos y frentes de obra; consiste en la adquisición y compra de materiales necesarios para la ejecución de la obra como la grava, arena, cemento, subbase, entre otros.
5. **Replanteo y topografía:** Se refiere al proceso de marcación de puntos en el terreno a edificar, los cuales indican la información que se encuentra contenida en planos que sirven como orientación.
6. **Traslado de redes:** Esta actividad consiste en el traslado coordinado de redes susceptibles a la afectación por el desarrollo de la obra, de esta forma garantiza que los usuarios adyacentes a la zona tengan un suministro de servicios.
7. **Instalación, operación y mantenimiento de maquinaria:** Comprende las medidas de instalación, traslado, mantenimiento y funcionamiento de maquinaria de diferentes dimensiones que se usan durante el desarrollo de la obra.
8. **Transporte de materiales y escombros:** Consiste en el desplazamiento coordinado de vehículos, los cuales son generalmente volquetas cargadas con el objetivo de evitar el esparcimiento de material particulado. Estos transportan materiales y sobras del proceso de excavación, demolición y descapote en diferentes áreas luego de la disposición de estos.
9. **Transporte de materiales especiales:** Consiste en el desplazamiento coordinado de vehículos que transportan sustancias químicas, hidrocarburos y cargas extradimensionadas a diferentes sectores del área de influencia de la obra.
10. **Demolición de infraestructura existente:** Se refiere a la demolición manual o mecánica de infraestructura existente situada en la franja susceptible de la obra, de forma que, da paso a la ejecución de nuevas obras complementarias.
11. **Excavaciones y cortes:** Por un lado, las excavaciones son actividades que tienen como finalidad, la remoción de capas del suelo para dar cabida a la construcción de cualquier obra civil. Estas pueden ser mecánicas, es decir,

realizadas a cielo abierto con excavadoras, o manuales, donde se emplea personal calificado para el trabajo donde no requiere maquinaria especializada.

Por otro parte, los cortes se realizan para la creación de taludes a lo largo de un corredor. Para el caso de carreteras, la importancia de los cortes radica en la conformación de bases, subbases, terraplenes y otras obras complementarias.

**12. Instalación de equipos eléctricos y electrónicos:** Esta actividad consiste en la instalación de diferentes equipos que tienen como fin la producción de energía. Estos pueden ser plantas eléctricas, generadores de energía, postes SOS, entre otros.

**13. Estabilización y afirmado (Subbase granulares, bases granulares, estabilizadas con cemento):** La estabilización se refiere al proceso en el cual, se mejoran las condiciones físicas de cualquier suelo mediante diferentes procesos mecánicos donde se incorporan productos químicos o naturales. Al estabilizar bases o subbases granulares se obtiene un mejor material con una mayor resistencia.

El afirmado, por lo general, es usado para la rehabilitación de suelos o vías donde se llenan espacios vacíos entre las piedras, dándole estabilidad a las capas. El afirmado puede estar compuesto de materiales como piedra o arenas.

**14. Colocación de pavimento:** Luego de la estabilización de suelos, una de las actividades posteriores consiste en la colocación del pavimento, donde predominan materiales bituminosos, los cuales son aquellos que derivan de crudos petrolíferos gracias a procesos de destilación. Estas mezclas de bitumen u otras sustancias mejoran la adherencia de las bases y subbases a lo largo del corredor vial.

**15. Vaciado de concreto:** Esta actividad se refiere al uso de formaletas para la colocación o aplicación del concreto en diferentes obras ya sean hidráulicas o demás infraestructuras.

**16. Fundición de materiales:** Consiste en la fundición o elevación a altas temperaturas para la obtención de diferentes materiales en una planta de asfalto.

**17. Relleno de ZODME:** El “ZODME” consiste en los diferentes rellenos, los cuales están conformados principalmente por materiales sobrantes de procesos constructivos. Es usado en áreas definidas por la Concesión.

**18. Instalación de alcantarillas y Box Culvert:** Para el caso de la instalación de las alcantarillas, es necesario aclarar que estos elementos corresponden a piezas prefabricadas que se trasladan al sitio de la construcción. Por otro lado, los Box Culvert son estructuras multifuncionales tanto para fines hidráulicos como de movilidad y se construyen *in situ* por medio del vaciado de concreto.

**19. Empradización:** Hace referencia a un proceso constructivo donde se transforma un terreno en prado. Esto haciendo uso de material vegetal como césped u otro tipo de gramíneas, los cuales contribuyen al control de procesos erosivos por causa de actividades ZODME o construcción de taludes.

**20. Pruebas técnicas:** Al final de toda construcción se deben realizar pruebas técnicas o controles, los cuales tienen como fin probar el cumplimiento de la resistencia mínima de las estructuras para asegurar su funcionalidad tanto a corto como a largo plazo. Estas pruebas se realizan haciendo uso de barriles de agua, pesos y contrapesos.

De acuerdo con el proceso constructivo, cabe recalcar la importancia de este debido a que estas actividades representan una cantidad considerable de emisiones de GEI. Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario tener un debido control de estas actividades y la verificación del cumplimiento de la normativa ambiental expuesta en la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura del subsector vial.<sup>79</sup>

A continuación, se presentan los resultados referentes a las acciones del PNACC que se integran dentro del proyecto Honda – Puerto Salgar – Girardot:

## **18.6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROCESOS CONSTRUCTIVO**

A nivel general, todas las actividades involucradas en el proceso constructivo del tramo UF1 del proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot, contempla cada una de las actividades expuestas en las Especificaciones Generales del INVIAS. A continuación, se presentarán los diferentes impactos ambientales asociado a las 3 principales etapas de la construcción del proyecto:

**1. Actividades previas:** Esta etapa se refiere a los procesos necesarios previos al inicio de la etapa constructiva. Dentro de esta etapa, predominan impactos respecto a la modificación de la capa orgánica del suelo y la alteración del uso de este, impactos sociales referentes a los cambios de accesos a los predios aledaños y cambios en economía local debido a la contratación de mano de obra.

---

<sup>79</sup> Sostenible, M. D. (2015). Licencia ambiental tramo UF1. Girardot.

**2. Actividades constructivas:** Esta etapa consiste en la ejecución y desarrollo de la obra desde ámbitos tanto físicos como financieros. En esta etapa, se ven involucrados impactos referentes a la calidad del aire debido a las diferentes emisiones generadas por el material particulado en diversos procesos, disminución de la cobertura vegetal junto con modificaciones en las poblaciones de fauna, alteración del uso y pérdida de suelo debido a actividades asociadas a la remoción del mismo, cambio en la calidad del agua y sus propiedades fisicoquímicas por causa de procesos de excavación y obras hidráulicas e impacto en la dimensión social por cambios de movilidad.

**3. Actividades de cierre y abandono:** Corresponde a las actividades finales para la entrega de las áreas intervenidas y resultados finales socializados con la comunidad beneficiada. Durante esta etapa se presentaron impactos ambientales en la alteración del suelo donde se dismantelaron las instalaciones temporales usadas para la ejecución de la obra, disminución de la cobertura vegetal y alteración de la población de animales e impactos sociales a causa de la ineficiencia en la limpieza final y entrega del proyecto.

Se realizó una matriz comparativa (Anexo 2) donde también se describieron tanto los aspectos como los impactos ambientales generados por cada una de las actividades constructivas presentes en la construcción y mejoramiento del tramo UF1 según lo estipulado en la licencia ambiental.

#### **18.6.1. Programas de manejo ambiental**

Teniendo en cuenta los impactos ambientales producto de los procesos constructivos, se cuentan con diferentes programas de manejo ambiental (Tabla 21) que tienen como objetivo prevenir, mitigar, corregir y compensar los diversos impactos generados por el proyecto. En estos programas se plantean los lineamientos y características que se deben cumplir por parte de contratistas. Cabe aclarar que estos programas están contemplados para los diferentes tramos del proyecto. A continuación, se muestran los diferentes programas de manejo ambiental presentes en el proyecto (Anexo 3):

Tabla 21. Programas de manejo ambiental

PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL	
PROGRAMA	PROYECTO
Desarrollo y Aplicación de la Gestión Ambiental	Conformación del grupo de gestión social y ambiental
	Capacitación concientización para personal de obra
	Cumplimiento requerimientos legales
Programa Actividades Constructivas	Manejo integral de materiales de construcción
	Proyecto de manejo y disposición final de escombros y lodos
	Manejo y disposición final de residuos sólidos convencionales y especiales
	Señalización frentes de obra y sitios temporales
Programa Gestión Hídrica	Manejo de aguas superficiales
	Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales
Programa Gestión para la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos	Proyecto de manejo de la remoción de la cobertura vegetal, descapote y manejo de especies vasculares amenazadas o en veda
	Proyecto de recuperación de Áreas Afectadas
	Protección de ecosistemas sensibles
	Proyecto de protección de fauna
Programa Manejo de Instalaciones Temporales y Manejo de Maquinaria y Equipos	Instalación, funcionamiento, y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio
	Proyecto de instalación, funcionamiento y desmantelamiento de las instalaciones para la planta de trituración, asfalto o concreto.
	Proyecto de manejo de maquinaria, equipos y vehículos
Programa de Gestión Social	Proyecto de Atención al Usuario
	Proyecto de Información y participación comunitaria
	Manejo de La Infraestructura de Predios y Servicios Públicos
	Apoyo a la capacidad de gestión institucional
	Proyecto de Cultura Vial
	Proyecto de Vinculación de mano de obra.
	Proyecto de protección arqueológico y cultural
	Proyecto de Gestión Predial

Fuente: ANI

De acuerdo al objetivo principal del Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático, el cual se enfoca en generar repercusión dentro de los diferentes procesos de planeación ambiental por medio de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, es necesario recalcar la importancia del mismo para la creación de los diferentes programas ambientales dentro los planes Nacionales, territoriales y sectoriales, en cuanto al sector de la construcción e infraestructura, que tienen como propósito el control y manejo ambiental de los diferentes procesos constructivos como es el caso del Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot, los cuales son los responsables de una cantidad considerable de emisiones de GEI, siendo esta una de las causas de mayor impacto en el cambio climático.

## 19. CONCLUSIONES

- Dentro de los resultados obtenidos en el desarrollo del presente proyecto se concluye que la percepción de la población frente a los impactos ambientales debido a la variabilidad climática, afectan en su mayoría a la población rural en el aspecto de la salud, siendo una condición determinante en la vida cotidiana de la población. En las regiones como el Caribe, Central, Oriental y Orinoquía-Amazonía, la percepción de amenaza según la población encuestada es del 18.24%, 20.32%, 17.94% y 24.15% respectivamente. Por otra parte, las zonas urbanas como Bogotá cuentan solamente con una percepción de amenaza del 16.55%.
- De acuerdo con los inventarios de la tercera comunicación, se puede observar que, a nivel nacional, Antioquía emite 22.94 MTon de CO<sub>2</sub> al año, siendo el departamento que más genera emisiones respecto a los demás territorios. Por otra parte, las absorciones de Antioquía son de -9.99 MTon de CO<sub>2</sub>, siendo a su vez, el departamento que más absorciones produce. En los departamentos del Huila, Caldas, Vichada y Risaralda se presentan emisiones de 5.64 MTon, 3.42 MTon, 2.75 MTon, 1.84 MTon de CO<sub>2</sub> eq y absorciones de -6.31 MTon de CO<sub>2</sub> eq, -3.96 MTon de CO<sub>2</sub> eq, -3.54 MTon de CO<sub>2</sub> eq, -2.64 MTon de CO<sub>2</sub> eq respectivamente. A nivel general, se concluye que las absorciones no son lo suficientemente altas para contrarrestar las emisiones de GEI.
- Teniendo en cuenta la magnitud de las emisiones y absorciones producidas por cada departamento, se concluye que la implementación de acciones de mitigación al cambio climático por parte de los PIGCCS y los PIGCCT, es de gran importancia para la adaptación y prevención de los impactos que puedan ocasionar las emisiones producidas en los diferentes departamentos. En materia de infraestructura se cuenta con medidas para diferentes enfoques como el tratamiento de aguas residuales, el cual tiene como base la correcta gestión de la PTARs para tener un manejo y aprovechamiento del biogás activo, el enfoque para la gestión de residuos sólidos que está orientado a la reutilización, incorporación y adaptación de los residuos sólidos a procesos productivos dentro y fuera del sector de la construcción, las acciones en la construcción sostenible enfocado en la reducción del consumo de energía y las acciones en el desarrollo urbano y territorio sostenible enfocado en la generación de normas para el desarrollo, planificación y uso del suelo de forma sostenible.
- Al hacer la comparación de los PNACC de Chile y Paraguay con el de Colombia a partir de los inventarios de emisiones de GEI, se evidencio que, en el sector de la energía, el porcentaje que aporta el subsector de la industria de la manufactura y la construcción, no supera el 25% del total de

las emisiones generadas por el sector de la energía para cada uno de los gases estudiados (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>). Para el caso de los Procesos industriales y uso de productos (IPPU), se observó que las emisiones de los subsectores referentes al ámbito de la infraestructura presentan emisiones en Colombia, Chile y Paraguay de 99.73%, 96.09%, 97.18% respectivamente frente a las emisiones totales para el caso del CO<sub>2</sub> y finalmente, en el sector de la disposición de residuos, las emisiones de metano, en Colombia y Paraguay representan el 99,03% y 96.24%%, mientras que Chile tiene un 79.17% de las emisiones totales en cada país. De lo anterior, se concluye que las actividades relacionadas al ámbito de la infraestructura tienen un alto nivel de emisiones dentro de cada sector.

- Actualmente el Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot se encuentra terminado y en funcionamiento. Adicionalmente, se identificaron y describieron las diferentes actividades constructivas que estaban presentes durante la ejecución de la obra, así como las especificaciones técnicas de cada uno de los tramos del proyecto a partir de la información recopilada de la Agencia Nacional De Infraestructura (ANI).
- De acuerdo a las diferentes actividades constructivas expuestas anteriormente, se identificaron los impactos ambientales de cada proceso constructivo en cada etapa de la obra como lo son las actividades previas, constructivas y de cierre y abandono, donde en las actividades previas se identificaron impactos referentes principalmente a la modificación de la capa orgánica y alteración del uso del suelo, de igual forma se identificaron impactos de carácter social relacionado con la economía en la zona de influencia de la obra; en las actividades constructivas, se evidenciaron impactos relacionados con la calidad del aire, cambio en las propiedades del agua, disminución de la cobertura vegetal, alteración del uso y pérdida de suelo, y alteración a la fauna y flora; y por último, en las actividades de cierre y abandono se presentaron impactos asociados a la alteración del suelo, disminución de la cobertura vegetal, alteración de la fauna y flora y conflicto con las comunidades.
- Considerando que el objetivo del PNACC tiene que ver con la generación de repercusión dentro de los procesos de planeación ambiental, se determinó que los programas de manejo ambiental para las obras de infraestructura vial, integran las acciones del PNACC mediante la implementación y formulación de acciones y programas de mitigación y adaptación del cambio climático a nivel territorial y sectorial. Se realizó una comparación de los procesos constructivos presentes en el tramo UF1 del proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot con las Especificaciones Generales De Construcción expuestas en el INVIAS, donde se ratificó que todos los procesos estaban contemplados en la obra. Así mismo, se identificaron los aspectos e impactos

ambientales, y los programas de manejo ambiental para cada impacto generado por las actividades constructivas. Dichos programas hacen referencia al desarrollo y aplicación de la gestión ambiental, actividades constructivas, gestión hídrica, biodiversidad y servicios ecosistémicos, manejo de instalaciones temporales, de maquinaria y equipos, y gestión social.

- Debido a la situación actual de país, no se cuenta con un adecuado musculo financiero para trabajar y desarrollar todos los lineamientos y propuestas contemplados dentro de los planes nacionales, territoriales y sectoriales articulados con el PNACC. De igual forma, las propuestas planteadas no son de obligatorio cumplimiento y se espera que en un futuro se vuelvan indispensables para la ratificación de los objetivos del protocolo Kyoto y acuerdo de París, con los que está ligado Colombia.
- De acuerdo a la pregunta de investigación planteada con anterioridad, se establece que el impacto del Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático es relevante, debido a que el proyecto implementa los planes de manejo ambiental, los cuales son una herramienta resiliente y están articulados con el objetivo principal del PNACC, el cual es la generación de repercusión en cuanto a los planes a nivel nacional, territorial y sectorial para la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones frente a eventos climatológicos.



## 20. RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan algunas recomendaciones generales del proyecto:

- Continuar con el seguimiento periódico de la implementación de los diferentes programas de manejo ambiental que se requieran y que estén presentes en el proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot.
- Presentar a la entidad contratante diferentes cronogramas de seguimiento de los programas de manejo ambiental, los cuales están propuestos dentro del proyecto. Esto con el fin de demostrarle a la interventoría que la concesionaria aún continúa con las obligaciones relacionada a la gestión ambiental luego de haber terminado el proyecto.
- Realizar y presentar a la interventoría, diferentes informes de laboratorio referentes al estado actual de las emisiones generadas dentro de la zona del proyecto con el fin de generar avisos en la población beneficiada en caso de que se presenten aumentos considerables de emisiones.
- El desarrollo de diferentes programas de capacitación en la comunidad aledaña por parte de la interventoría con el fin de generar conciencia hacia la administración y protección de los recursos naturales con el fin de mitigar acciones futuras que puedan tener un impacto en el cambio climático.
- Seguir realizando un monitoreo referente a las especificaciones técnicas del proyecto en cada uno de sus tramos con el fin garantizar una buena operación y funcionalidad de este, cumpliendo con los requerimientos de las vías 4G.
- Realizar inventarios periódicos de emisiones de gases de efecto invernadero con el fin de aportar información necesaria en los diferentes comunicados de cambio climático de acuerdo con el Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático. También para mostrar transparencia a la hora de transferir la información.
- Un respectivo estudio de tránsito en los diferentes tramos del proyecto con el fin de categorizar los vehículos que transitan por la vía y realizar la estimación de las emisiones generadas por este sector (Movilidad y transporte).
- Dado que las emisiones en el sector de la infraestructura tienen magnitudes considerables, no solo en Colombia sino también en Chile y Paraguay tal y como se pudo observar en la comparación de los inventarios de emisiones de GEI, es recomendable ser más riguroso al momento de aplicar la

normatividad ambiental en los procesos constructivos durante la ejecución de cada obra con el fin de mitigar y controlar las emisiones de GEI.

- En materia de transferencia de resultados como herramienta para los lectores del presente trabajo, se hará uso del repositorio donde estará publicado abiertamente para su consulta y personas interesadas en temas relacionados a este trabajo.

## 21. BIBLIOGRAFÍA

1. INVIAS. (Noviembre de 2015). La red vial primaria de Colombia frente al cambio climático. *Estudio de riesgo climático para la red vial primaria de Colombia a nivel nacional*. Bogotá, Colombia.
2. Martínez, R. Q. (2017). Indicadores de Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
3. Acciona. (2016). *¿Qué es el cambio climático?* Recuperado el 1 de Septiembre de 2020, de <https://www.acciona.com/es/cambio-climatico/>
4. Arboleda, U. S. (s.f.). *Cambio Climático Afecta A Colombia*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2020, de <https://www.usergioarboleda.edu.co/medio-ambiente/cambio-climatico-afecta-a-colombia/>
5. SIAC. (s.f.). *Fenómenos de niño y la niña*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2020, de <http://www.siac.gov.co/ninoynina>
6. Peña, O. (s.f.). *Linea del tiempo Evolución de la ingeniería civil*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2020, de <https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-evolucion-de-la-ingenieria-civil>
7. KienyKe. (2019). *Las arterias de Colombia*. (Contenidos digitales K) Recuperado el 2 de Septiembre de 2020, de <https://www.kienyke.com/historias/las-arterias-de-colombia>
8. ANI. (10 de Julio de 2020). *GOBIERNO NACIONAL ENTREGA PRIMERA AUTOPISTA 4G: GIRARDOT-HONDA-PUERTO SALGAR*. (ANI) Recuperado el 2 de Septiembre de 2020, de <https://www.ani.gov.co/gobierno-nacional-entrega-primera-autopista-4g-girardot-honda-puerto-salgar>
9. ambiente, M. d. (Julio de 2011). *Plan Nacional De Adaptación*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2020, de [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan\\_nacional\\_de\\_adaptacion/Proyecto\\_nacional\\_de\\_adaptacion\\_al\\_cambio\\_climatico\\_INAP.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/Proyecto_nacional_de_adaptacion_al_cambio_climatico_INAP.pdf)
10. Unidas, D. d. (s.f.). *Cumbre para la tierra*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2020, de <https://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>
11. UNFCCC. (1992). *CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CÁMBIO CLIMÁTICO*. (NACIONES UNIDAS) Recuperado el 3 de Septiembre de 2020, de [https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf)
12. UNFCCC. (2020). *What is the Kyoto Protocol?* (United Nations) Recuperado el 3 de Septiembre de 2020, de [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)
13. UNFCCC. (2020). *¿Qué es el acuerdo de París?* (United Nations) Recuperado el 4 de Septiembre de 2020, de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>
14. ambiente, M. d. (s.f.). *Historia de Colombia frente al cambio climático*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2020, de

- <https://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/historia-de-colombia-frente-al-cambio-climatico>
15. UNFCCC. (13 de Diciembre de 2001). *COLOMBIA PRIMERA COMUNICACIÓN NACIONAL ANTE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO*. (IDEAM) Recuperado el 4 de Septiembre de 2020, de <https://unfccc.int/resource/docs/natc/colnc1.pdf>
  16. DNP. (s.f.). *Plan Nacional De Desarrollo 2010-2014*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2020, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Resumen%20Ejecutivo%20Ultima%20Version.pdf>
  17. Civilmas. (s.f.). *Historia, Origen y Evolución de la Ingeniería Civil*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2020, de <https://civilmas.net/ingenieria-civil/historia-de-ingenieria-civil/>
  18. Dávila, C. (7 de Enero de 2016). *La Ingeniería en el antiguo Egipto*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2020, de <https://www.carrillodavila.com/la-ingenieria-en-el-antiguo-egipto/>
  19. Parra, J. M. (13 de Septiembre de 2017). *Seis claves sobre la importancia de los ingenieros romanos*. (La Vanguardia) Recuperado el 7 de Septiembre de 2020, de <https://www.lavanguardia.com/historiayvida/historia-antigua/20170905/47311238517/6-claves-sobre-la-importancia-de-los-ingenieros-romanos.html>
  20. VIX. (s.f.). *¿Qué son las vías 4G que se están construyendo en Colombia?* (LA PINTADA) Recuperado el 7 de Septiembre de 2020, de <https://www.vix.com/es/mundo/205289/que-son-las-vias-4g-que-se-estan-construyendo-en-colombia>
  21. Luis, E. R. (5 de Septiembre de 2017). *Estos son los países con más posibilidades de sobrevivir al cambio climático*. (urbantecno) Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de <https://urbantecno.com/ciencia/paises-cambio-climatico>
  22. DNP. (2012). *Plan Nacional De Adaptación Al Cambio Climático*. (Ministerio de ambiente) Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan\\_nacional\\_de\\_adaptacion/1.\\_Plan\\_Nacional\\_de\\_Adaptaci%C3%B3n\\_al\\_Cambio\\_Clim%C3%A1tico.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/1._Plan_Nacional_de_Adaptaci%C3%B3n_al_Cambio_Clim%C3%A1tico.pdf)
  23. Cruz, N. (2011). *Cambio climático y sus repercusiones en el diseño y vida útil de las infraestructuras civiles*. (CEGESTI) Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de [http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion\\_153\\_200611\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_153_200611_es.pdf)
  24. Calderon, K., & Sánchez, N. (s.f.). *Cambio Climático y resiliencia en carreteras*. (2019) Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2676/CIV\\_T030\\_70558967\\_T%20%20%20CACHI%20CALDERON%20KARLA%20SHELLY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2676/CIV_T030_70558967_T%20%20%20CACHI%20CALDERON%20KARLA%20SHELLY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

25. Unidas, N. (s.f.). *Cambio Climático*. (UN) Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>
26. ambiente, M. d. (s.f.). *Comunicaciones Nacionales De Cambio Climático*. Recuperado el 18 de Marzo de 2021, de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/comunicaciones-nacionales-de-cambio-climatico>
27. Ambiente, M. D. (2013). Hoja de ruta para la elaboración de los planes de adaptación dentro del plan nacional de adaptación al cambio climático. Bogotá.
28. Colombia, S. d. (2013). *SIAC - Gases de Efecto Invernadero, GEI*. Recuperado el 4 de Abril de 2021, de <http://www.siac.gov.co/climaticogei>
29. ICLEI. (2014). Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. EE.UU.: World Resources Institute.
30. Moreno, L. F. (Febrero de 2014). *ENCADENAMIENTOS E INFRAESTRUCTURA*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2020, de [https://web.archive.org/web/20140924040620/http://www.andi.com.co/Archivos/file/CEE/ColombiaGenera2014/COLOMBIA\\_GENERA2014%20-%20PDF/EncadenamientoselInfraestructura/LuisFernandoAndrade.pdf](https://web.archive.org/web/20140924040620/http://www.andi.com.co/Archivos/file/CEE/ColombiaGenera2014/COLOMBIA_GENERA2014%20-%20PDF/EncadenamientoselInfraestructura/LuisFernandoAndrade.pdf)
31. Portafolio. (3 de Octubre de 2016). *Todo lo que debe saber sobre las vías 4G que modernizarán las carreteras del país*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2020, de <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/ventajas-de-tener-vias-4g-en-el-pais-500367>
32. ANI. (19 de Diciembre de 2012). *CUARTA GENERACIÓN DE CONCESIONES VIALES PROYECTO HONDA - PTO SALGAR - GIRARDOT*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2020, de [https://www.ani.gov.co/sites/default/files/girardot\\_puerto\\_salgar\\_honda.pdf](https://www.ani.gov.co/sites/default/files/girardot_puerto_salgar_honda.pdf)
33. INVIAS. (2011). Guía De Manejo Ambiental De Proyectos De Infraestructura Del Subsector Vial. Bogotá.
34. Agencia Nacional De Infraestructura. (2014). *Resumen Ejecutivo - Unidad Funcional 5. Honda - Dorada*.
35. IDEAM. (2014). *Cambio Climático*. (Ministerio de ambiente) Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>
36. AGORA. (20 de Noviembre de 2019). *Los Gases de efecto invernadero (GEI)*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de <https://www.elagoradiario.com/agorapedia/gases-de-efecto-invernadero-gei/>
37. Nobre, C., Sellers, P., & Jagadish, S. (15 de Octubre de 1991). *Journal Of Climate*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de [https://journals.ametsoc.org/jcli/article-pdf/4/10/957/4677087/1520-0442\(1991\)004\\_0957\\_adarcc\\_2\\_0\\_co\\_2.pdf](https://journals.ametsoc.org/jcli/article-pdf/4/10/957/4677087/1520-0442(1991)004_0957_adarcc_2_0_co_2.pdf)
38. Campaña, L. M. (Junio de 2012). *Global Climate Change Impacts in the Sinaloa State, México*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-215X2012000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-215X2012000100009)

39. IBERDROLA. (s.f.). *La subida del nivel del mar, ¿Un peligro real para nuestro futuro?* Recuperado el 9 de Septiembre de 2020, de [https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/aumento-del-nivel-mar#:~:text=La%20velocidad%20a%20la%20que,Science%20Special%20Report%20\(CSSR\).](https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/aumento-del-nivel-mar#:~:text=La%20velocidad%20a%20la%20que,Science%20Special%20Report%20(CSSR).)
40. Facts, G. (s.f.). *Desertificación*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2020, de <https://www.greenfacts.org/es/desertificacion/l-2/7-cambio-climatico-biodiversidad.htm#:~:text=La%20desertificaci%C3%B3n%20afecta%20al%20cambio,de%20suelo%20f%C3%A9rtil%20y%20vegetaci%C3%B3n.&text=Se%20calcula%20que%20cada%20a%C3%B1o,si%20juntamos%20todas>
41. Vargas, E. M. (17 de Junio de 2011). *Cambio Climático y crisis alimentaria*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425941231009.pdf>
42. Miteco. (s.f.). *La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2020, de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/CMNUCC.aspx>
43. ambiente, M. d. (s.f.). *Objetivos y funciones*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2020, de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/ministerio/objetivos-y-funciones>
44. DNP. (113 de Agosto de 2020). *Acerca de la entidad*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2020, de <https://www.dnp.gov.co/DNP/Paginas/acerca-de-la-entidad.aspx>
45. DNP. (26 de Agosto de 2020). *Plan Nacional de Adaptación*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2020, de <https://www.dnp.gov.co/programas/ambiente/CambioClimatico/Paginas/Plan-Nacional-de-Adaptacion.aspx#:~:text=El%20Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%C3%B3n,l a%20trasformaci%C3%B3n%20gradual%20del%20clima.&text=El%20DNP%20es%20coordinador%20del,de%20Ambiente%20>
46. Estela, M. (1 de Septiembre de 2020). *Infraestructura*. (Concepto) Recuperado el 9 de Septiembre de 2020, de <https://concepto.de/infraestructura/>
47. Burdett, M. (16 de Mayo de 2018). *Urban infrastructure*. (geographycasestudy.com) Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, de <https://geographycasestudy.com/urban-systems/>
48. encyclopedia.com. (2 de Octubre de 2020). *The Urban Infrastructure*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, de <https://www.encyclopedia.com/international/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/urban-infrastructure>
49. Reddy, N. (31 de Mayo de 2018). *Economic Infrastructure – Intro, Types, Significance*. (Toppr) Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, de <https://www.toppr.com/bytes/economic->

infrastructure/#:~:text=%20SIGNIFICANCE%20OF%20ECONOMIC%20INFRASTRUCTURE%20%201%20The,only%20machinery%20and%20equipment%20but%20also...%20More%20

50. Francis, C. (12 de Agosto de 2020). *Military Infrastructure Market Demand & Competitive Analysis by 2025 | AECOM, KBR, Fluor.* (marketwatch) Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, de <https://www.marketwatch.com/press-release/military-infrastructure-market-demand-competitive-analysis-by-2025-aecom-kbr-fluor-2020-08-12>
51. SOLUTIONS, Z. I. (s.f.). *Qué es la infraestructura de redes y el cableado estructurado.* Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, de <https://www.z-net.com.ar/blog-post/que-es-la-infraestructura-de-redes-y-el-cableado-estructurado/>
52. DNP. (14 de Julio de 2011). *Documento CONPES 3700.* Recuperado el 11 de Septiembre de 2020, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3700.pdf>
53. COLOMBIA, C. D. (16 de Junio de 2011). *LEY 1450 DE 2011.* Recuperado el 11 de Septiembre de 2020, de [https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/docs/ddr/CompiladoNormativo\\_Parte3.pdf](https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/docs/ddr/CompiladoNormativo_Parte3.pdf)
54. COLOMBIA, C. D. (27 de Julio de 2018). *Ley No.1931.* Recuperado el 11 de Septiembre de 2020, de [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/LEY\\_1931\\_DEL\\_27\\_DE\\_JULIO\\_DE\\_2018\\_LEY\\_DE\\_CAMBIO\\_CLIM%C3%81TICO.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/LEY_1931_DEL_27_DE_JULIO_DE_2018_LEY_DE_CAMBIO_CLIM%C3%81TICO.pdf)
55. IDEAM. (s.f.). *Tercera Comunicación Nacional De Colombia.* Recuperado el 11 de Septiembre de 2020, de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC\\_COLOMBIA\\_CMNUCC\\_2017\\_2.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC_COLOMBIA_CMNUCC_2017_2.pdf)
56. IDEAM. (s.f.). *Resumen Ejecutivo.* Recuperado el 14 de Septiembre de 2020, de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023732/RESUMEN\\_EJECUTIVO\\_TCNCC\\_COLOMBIA.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023732/RESUMEN_EJECUTIVO_TCNCC_COLOMBIA.pdf)
57. Moreno, L. F. (s.f.). *Cuarta Generación De Concesiones Viales.* Recuperado el 14 de Septiembre de 2020, de [https://www.anl.gov.co/sites/default/files/cuarta\\_generacion\\_de\\_concesiones\\_luis\\_fernando\\_andrade\\_moreno.pdf](https://www.anl.gov.co/sites/default/files/cuarta_generacion_de_concesiones_luis_fernando_andrade_moreno.pdf)
58. BID, & Cepal. (2012). *Valoración de daños y pérdidas.* Recuperado el 14 de Septiembre de 2020, de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19331/valoraciondedanosyperdidas-olainvernal2010-2011.pdf;sequence=1>
59. Escobar, G. D. (5 de Junio de 2011). *Calentamiento global en Colombia.* Recuperado el 14 de Septiembre de 2020, de <http://bdigital.unal.edu.co/3673/1/gonzaloduqueescobar.201138.pdf>


60. DNP. (2015). *Costos Economicos de los eventos extremos*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2020, de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Impactos-econ%C3%B3micos-del-cambio-clim%C3%A1tico-en-Colombia-costos-econ%C3%B3micos-de-los-eventos-extremos.pdf>
61. Kutasi, G. (2015). *Budgetary Dilemmas Related to Climate Change*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2020, de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/17645/1/4Dilemas%20presupuestales%20relacionados%20con%20el%20cambio%20clim%C3%A1tico.pdf>
62. Arrué, R., Ugarte, A., & Aldunce, P. (30 de Junio de 2017). *Los significados de la participación para el cambio climático en Chile*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152297/The-Meanings-of-Participation.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
63. Rojas, M. M. (2005). *Protocolo de Kyoto, Análisis e implicancias de sus mecanismos*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/107565/moreno\\_m.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/107565/moreno_m.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
64. Cubillos, R., & Novegil, F. (s.f.). *Bogotá frente al cambio climático*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/20051/1/Territorios-resilientes-y-eficientes-en-Bogota\\_Cap01.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/20051/1/Territorios-resilientes-y-eficientes-en-Bogota_Cap01.pdf)
65. Ortiz, L., & Pinto, D. (2016). *Construcción sismoresistente sostenible adaptada al cambio climático*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13954/4/CONSTRUCCI%C3%93N%20SISMO%20RESISTENTE%20SOSTENIBLE%20ADAPTADA%20AL%20CAMBIO%20CLIM%C3%81TICO.pdf>
66. Frias, J. P. (2016). *Planteamiento de lineamientos geotécnicos útiles con miras a la adaptación frente al cambio climático de la red vial carretera primaria Colombiana*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de <http://bdigital.unal.edu.co/58081/1/1053765189.2016.pdf>
67. Liévano, S., & Silva, J. (2014). *La importancia de la cuarta generación de concesiones en el desarrollo de la infraestructura en Colombia*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/16816/u703047.pdf?sequence=1>
68. Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2010). *Metodología de la investigación*. Recuperado el 28 de Febrero de 2021, de <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
69. CEPAL. (21 de Marzo de 1994). *Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático*. (ONU) Obtenido de <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico>



70. IDEAM. (2014). *¿Qué es la tercera comunicación nacional de cambio climático y qué contiene?* (Miniambiente) Recuperado el Marzo de 2021, de <http://www.cambioclimatico.gov.co/3ra-comunicacion-cambio-climatico>
71. Ministerio De Ambiente. (2016). *¿Que piensan los colombianos sobre el cambio climático?* Bogotá.
72. Ambiente, M. D. (2016). *Inventario Nacional y Departamental De Gases Efecto Invernadero En Colombia.* Bogotá.
73. Ambiente, M. D. (2018). *Segundo Reporte Bienal De Actualización De Colombia Ante La CMNUCC.* Bogotá.
74. más, S. (2019). *¿Qué es el PIB y en qué lo afecta?* Recuperado el 2021, de <https://www.sabermassermas.com/que-es-el-pib-y-en-que-lo-afecta/>
75. Republica, L. (2020). *PIB de Paraguay, Panamá y Colombia, los que menos caerán en la región por el virus.* (Banco Mundial) Recuperado el 2021, de <https://www.larepublica.co/economia/pib-de-paraguay-panama-y-colombia-los-que-menos-caeran-en-la-region-por-covid-19-2990839>
76. Ambiental, G. (2012). *Programa Municipal De Cambio Climático.*
77. ANI. (2012). *Estudios en etapa de prefactibilidad - Cuarta Generación De Concesiones Viales Proyecto Girardot - Pto Salgar - Honda.* Girardot: FONADE.
78. GEF. (2018). *Tercer Informe Bienal De Actualización De Chile Sobre Cambio Climático.* Santiago de Chile.
79. Sostenible, M. D. (2015). *Licencia ambiental tramo UF1.* Girardot.

## 22. ANEXOS

### 22.1. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE EMISIONES DE GEI

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE EMISIONES DE GEI									
Objetivo:		Comparación de emisiones de GEI de Colombia con el de otros países de la zona.						 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia Vigilada Mineducación	
Países	SECTOR	SUBSECTOR	EMISIONES (Gg CO2 EQ)			PORCENTAJE DE EMISIÓN QUE CONTRIBUYE EL SUBSECTOR RESPECTO AL TOTAL			OBSERVACIONES
			Dióxido de carbono CO2	Metano CH4	Oxido Nitroso N2O	Dióxido de carbón CO2 (%)	Metano CH4 (%)	Oxido Nitroso N2O (%)	
COLOMBIA	ENERGIA	Industrias manufactureras y de la construcción	14.046	77	154	19,36	0,88	12,25	La industria manufacturera y la construcción aporta el 19.36% de las emisiones totales del CO2 generadas por el sector de la energía, con una cantidad total de 72.538 hablado en materia del CO2.
		Total emisión de energía	72.538	8.715	1.257				
	IPPU	Industria de los minerales	5.545	NA	NA	72,247557	NA	NA	Las emisiones producto de las actividades de infraestructura en el sector de los procesos industriales y sus usos corresponden a casi el 100% de las emisiones totales en los 3 gases (CO2, CH4 y n2o)
		Industria química	545	21	794	7,100977199	95,45454545	100	
		Industria de los metales	1.564	1	NA				
		Total emisión de IPPU	7.675	22	794	20,38	4,55	NA	
	RESIDUOS	Tratamiento y descarga de aguas residuales	NA	6.688	600	NA	50,04	93,31	El tratamiento y descarga de aguas residuales y la disposición de residuos sólidos no aplican en la emisión de gases de CO2, mientras que para emisiones de metano aportan casi la mitad del total de las emisiones.
		Disposición de residuos sólidos	NA	6.547	NE	NA	48,99	NE	
		Total emisión de residuos	407	13.364	643				
CHILE	ENERGIA	Industrias manufactureras y de la construcción	15.684,70	6,7	0,9	18,65	8,87	23,68	En el sector de la construcción, las emisiones de CO2, metano o óxido nitroso no alcanzan el 50% de las emisiones totales de cada gas del sector de la infraestructura.
		Total emisión de energía	84.121,00	75,5	3,8				
	IPPU	Industria de los minerales	1.601,70	NA	NA	48,20767494	NA	NA	Los procesos industriales en Chile, representan casi el 100% de las emisiones generadas en los gases de CO2, metano y óxido nitroso, siendo el las industrias de los minerales, la industria química y la de los metales los subsectores que mayormente aportan en la generación de tales emisiones.
		Industria química	263,3	0,9	1,5	7,924755455	100	100	
		Industria de los metales	1.327,60	IE, NO	NA				
		Total emisión de IPPU	3.322,50	0,9	1,5	39,96	IE, NO	NA	
	RESIDUOS	Tratamiento y descarga de aguas residuales	NA	44	1,1	NA	20,23	91,67	El óxido nitroso emitido por el tratamiento de aguas representa casi el 100% en la emisión total del gas para el sector de residuos. En la emisión de metano, la disposición de residuos sólidos y el tratamiento y descarga de aguas, suman casi el 100% de las emisiones, siendo los residuos sólidos de mayor impacto.
		Disposición de residuos sólidos	NA	172,2	NA	NA	79,17	NA	
		Total emisión de residuos	0,5	217,5	1,2				
PARAGUAY	ENERGIA	Industrias manufactureras y de la construcción	165,5	1,58	0,19	2,93	12,31	24,05	Las actividades relacionadas con la infraestructura en el sector de la energía generan diversas emisiones de GEI en los 3 gases, donde el CO2 el cual es el gas con mas probabilidad que aparezca tiene poco impacto (2,93%) dentro de las actividades relacionadas a la infraestructura.
		Total emisión de energía	5.657,11	12,83	0,79				
	IPPU	Industria de los minerales	537,03	NE	NE	84,9811691	NA	NA	Los procesos industriales y uso de productos en el ámbito de la infraestructura solo presentan emisiones de CO2, y dichas emisiones generan casi el 100% de las emisiones totales en el sector IPPU.
		Industria química	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
		Industria de los metales	77,08	NE	NE	12,20	NE	NA	
		Total emisión de IPPU	631,94	NE	NE				
	RESIDUOS	Tratamiento y descarga de aguas residuales	NA	22,33	0,38	NA	42,57	92,68	Las emisiones de CO2 no están presentes en el ámbito de la infraestructura en el sector de residuos. Por otro lado, el metano presenta emisiones de aproximadamente un 50% en el total de las emisiones, mientras que el N2O solo esta presente en las actividades relacionadas al tratamiento de aguas residuales y no aplica la emisión de este GEI dentro de la subcategoría de disposición de residuos sólidos
		Disposición de residuos sólidos	NA	28,15	NA	NA	53,67	NA	
		Total emisión de residuos	76,19	52,45	0,41				

Notas empleadas:


IE = Incluida en otro lugar

NA = No aplica

NO = No ocurre

NE = No estimada

## 22.2. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVO

MATRIZ DE COMPARACION DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS					
Objetivo:	Comparación del procesos constructivo del Proyecto Honda - Puerto Salgar - Girardot referente al tramo UF1 con la guía de Especificaciones Generales De Construcción De Carreteras			 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</b> Vigilada Mineducación	
ETAPAS EN LA CONSTRUCCIÓN	Actividad Expuesta en la guía	Descripción de la actividad	Aspecto Ambiental	¿Está contemplada en la obra?	Impacto ambiental
Actividades previas	Instalación de infraestructura temporal	Corresponde a la instalación temporal que el constructor deberá proveer de forma temporal a lo largo del proyecto, para un correcto funcionamiento de la misma.	Es común que ocurran impactos en esta actividad debido a la demanda de recursos ambientales, generación de material particulado por la acumulación y gestión de escombros y a conflictos con las comunidades aledañas al área de influencia del proyecto.	SI	- Cambio en la calidad del aire
	Contratación de mano de obra	Vinculación de personal requerido por el constructor para llevar a cabo la ejecución de las diversas actividades provistas.	Puede causar falsas expectativas en la comunidad en términos de generación de conflictos en torno a la demanda de servicios públicos, culturales y sociales por la llegada de personas foráneas, las cuales podrían promover actividades que afecten a los recursos naturales.	SI	- Cambios a la economía local (pérdida o establecimiento de negocios o disminución de ingresos de los negocios existentes) y modificación a las condiciones de empleo
	Entrega del terreno y replanteo	Al recibir el terreno se procede a replantear el trazado de la obra por parte del constructor encargado	Generación de impactos por falsas expectativas y conflictos dentro de las comunidades afectadas y vinculados durante el desarrollo del proyecto	SI	- Alteración de la capa orgánica del suelo, Cambio del uso actual del suelo, modificación del paisaje, cambios en la movilidad.
	Actividades para la recuperación del derecho de vía	Actividades relacionadas con la recuperación del derecho de vía debido a ocupaciones ilegales como construcciones de viviendas, negocios y diversas actividades económicas que impidan el desarrollo del proyecto.	Dificultades de organización y coordinación al momento de reubicar la población que se encuentra en el derecho de vía.	SI	- Conflicto con las comunidades y cambio en el acceso a predios
	Desmonte y limpieza	Esta actividad consiste en el desmonte y limpieza del terreno que ocupará la obra como la maleza, cultivos, pastos, cubiertas de rastrojo, escombros, raíces, basuras, con el objetivo que el terreno quede limpio y listo para empezar a ejecutar las actividades de la obra.	Generación de residuos sólidos al momento de arrastrar el material a cuerpos de agua, también por el ruido que generan los equipos de construcción y a la pérdida de área vegetal de la zona.	SI	- Pérdida de suelo, alteración de la capa vegetal, Cambio en la calidad de aire y cambio en los niveles de ruido
	Demolición y remoción	Se refiere a la demolición de estructuras existentes en el área de influencia de la obra, incluyendo la remoción y disposición de materiales originados de la demolición. También considera el desmontaje, manejo, almacenamiento y traslado de estructuras existentes, de igual forma se realizará la restauración, retiro o cambio de las instalaciones de servicios privados y públicos que se vean afectados durante la ejecución de la obra.	Genera ruido, escombros y emisiones que impactan directamente en el ambiente.	SI	- Cambio en los niveles de ruido, cambio en la calidad del aire y pérdida de suelo

	Actividad Expuesta en la guía	Descripción de la actividad	Aspecto Ambiental	¿Está contemplada en la obra?	Impacto ambiental
	Excavación	Son las actividades que se necesita para excavar las fundaciones de las estructuras, incluyendo el transporte y disposición del material que se remueve de las excavaciones .	Generación de escombros, emisiones por operación de maquinaria y vehículos que produzcan material particulado, ruido, derrames, vibraciones y gases.	SI	- Cambio en niveles de ruido, cambio en la calidad del aire, alteración del drenaje natural
	Remoción de derrumbes	Esta actividad consta de la remoción, cargue, transporte y disposición final de los materiales originados del terreno natural, que se encuentran en una vía y posteriormente se convierte en obstáculos para el correcto funcionamiento de la obra.	Generación de impactos debido al transporte y manejo de materiales, operación de máquinas y a la pérdida del área vegetal.	SI	- Cambio en la calidad del aire, disminución de la cobertura vegetal, alteración de poblaciones de fauna terrestre y acuática.
	Terraplenes	Consiste en la nivelación y compactación del terreno para colocar un terraplén.	Generan residuos y emisiones de material particulado.	SI	- Cambio en la calidad del aire, cambio del uso de suelo, cambio de accesos y movilidad.
	Pedraplenes	Es la extensión y compactación de materiales de origen pétreo destinados a la colocación y compactación de materiales adecuados.	Impactos producto del manejo de materiales y del suministro.	SI	- Cambio en la calidad del aire, cambio del uso de suelo, cambio de accesos y movilidad.
	Mejoramiento de la subrasante	Consiste en el retiro o adición de materiales y procesos dentro de la subrasante existente.	Impactos producto del manejo de materiales y del suministro.	SI	- Alteración de las capas del suelo.
	Afinamiento de taludes	Actividades necesarias para generar un acabado geométrico de los terraplenes y pedraplenes.	Impactos producto del manejo de materiales, generación de residuos y mal manejo de suministros.	SI	- Cambio del uso de suelo, cambio de accesos y movilidad, alteración de la capa orgánica del suelo.
	Afirmado de Subbase granular, bases granulares y estabilizadas	Se refiere al suministro y compactación de afirmados en cuanto a materiales granulares como las bases y las subbases.	Generan emisiones por el manejo de materiales y material particulado.	SI	- Cambio del uso de suelo, alteración de la capa orgánica del suelo.
	Conformación de la calzada	Esta actividad consiste en la conformación, nivelación y compactación del afirmado existente, teniendo en cuenta el mejoramiento de la subrasante y adición de los materiales granulares.	Generan emisiones por el manejo de materiales, material particulado, erosión en la zona y cambios en el régimen hidráulico de los cuerpos de agua.	SI	Dinamización de procesos de erosión, cambio en la calidad del aire y cambio en las propiedades fisicoquímicas del agua
	Actividades para la colocación de pavimento flexible	Estas actividades consisten en el suministro, mezcla y compactación de diversos productos bituminosos necesarios en el proyecto.	Impactos producto del manejo de materiales, generación de escombros, manejo de asfalto y alta probabilidad que se derrame debido a las altas temperaturas.	SI	- Cambio de la calidad del aire en los procesos de mezclado de los asfaltos.
	Fresado de pavimento asfáltico	Consiste en el retiro de las capas de asfalto que se encuentran en mal estado con el fin de dar paso a un nuevo perfil tanto longitudinal como transversal del pavimento asfáltico existente.	Esta actividad genera contaminación de emisiones debido a cantidad de escombros y contaminación auditiva.	SI	- Alteración de la capa orgánica del suelo, cambio en la calidad del aire, cambio en los niveles de ruido

Actividades durante la etapa de construcción

Actividad Expuesta en la guía	Descripción de la actividad	Aspecto Ambiental	¿Está contemplada en la obra?	Impacto ambiental
Pavimento de concreto hidráulico	Está compuesto por cemento, agua, arena, grava y diversos componentes que aportan un mejor rendimiento en la funcionalidad del pavimento. Esta actividad comprende desde el proceso de elaboración hasta la colocación de la capa de rodadura.	Además de la contaminación generada por los escombros y el ruido, es importante mencionar el uso de transporte para la movilización de la maquinaria, siendo un sector donde los aportes de emisiones son considerables.	SI	- Alteración de la capa orgánica del suelo, cambio en la calidad del aire, cambio en los niveles de ruido
Prefabricado en concreto y/o fundido in situ	Comprende diferentes estructuras como lo son los pilotes prefabricados de concreto, pilotes preexcavados, bordillos de concreto, barandas de concreto, postes de referencia y defensas de concreto. Para el uso de estas estructuras o fundidos, intervienen actividades de fabricación, transporte, fundiciones, rellenos, transporte, entre otros procesos dependiendo de cada una.	Tendrá impactos a nivel atmosférico, del suelo y del subsuelo, siendo actividades como el manejo del cemento, transporte y uso de equipos, generación de escombros, los cuales generan tales impactos.	SI	- Alteración de la capa orgánica del suelo, pérdida de suelo, cambio en la calidad del aire, cambio en los niveles de ruido
Concreto estructural	Para procesos constructivos referentes a puentes, estructuras de drenaje, muros u obras complementarias, es necesario hacer de concretos con cemento Portland, el cual tendrá como uso actividades desde el suministro de material hasta el curado y acabado de las mismas.	El transporte, manejo y suministro del material tendrá un impacto respecto a emisiones generadas.	SI	- Calidad del aire, cambio de uso del suelo, ruido
Estructuras de acero	La mayoría de actividades comprenden procesos de diseño, fabricación, transporte, montaje, soldado y colocación de diferentes materiales tales como aceros de refuerzo, de preesfuerzo, anclajes o defensas metálicas. Estos materiales tendrán un efecto positivo a lo largo del corredor, ya que significan un aumento en la resistencia y durabilidad del mismo.	Impactos en actividades de uso y manejo de materiales y generación de escombros y residuos.	SI	- Cambio del uso de suelo, alteración de la capa orgánica del suelo.
Recubrimiento y protección de taludes	Estas actividades consisten en la protección y recubrimiento de diferentes áreas con el fin de conservar estas frente a procesos erosivos u otros efectos. Algunas de estas actividades hacen referencia a la protección vegetal de taludes, productos enrollados para el control de la erosión y el recubrimiento de taludes con malla y mortero.	No necesariamente tendrán impactos negativos, ya que la importancia de esta actividad consta en tener efectos positivos con una protección adecuada de las áreas involucradas en los procesos constructivos.	SI	- Dinamización de procesos de erosión
Obras Geotécnicas, Gaviones, Tierra Armada	Consiste en el suministro, transporte, uso, almacenaje, colocación e instalación de obras geotécnicas como la tierra armada gaviones o colchogaviones. La función principal de estas estructuras es actuar como muros de contención que permitan el soporte y protección en obras cercanas a ríos u otros elementos bióticos.	Los impactos de estas actividades constan desde el transporte y disposición de los materiales hasta la generación de residuos y uso del material necesario para la construcción de las estructuras.	SI	- Calidad del aire, cambio de uso de suelo, alteración del curso de aguas

	Actividad Expuesta en la guía	Descripción de la actividad	Aspecto Ambiental	¿Está contemplada en la obra?	Impacto ambiental
	Obras Hidráulicas (Rellenos, tuberías, disipadores de energía y sedimentadores, cunetas, drenes y subdrenes)	Comprende el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, construcción y colocación de diferentes estructuras u obras hidráulicas como las tuberías, disipadores de energía y sedimentadores, subdrenes con geotextil y material granular, drenes horizontales en taludes y cunetas revestidas en concreto. La importancia de estas actividades radica en el impacto directo que tienen las mismas frente a la estructura de pavimento, ya que su principal función es la captación y eliminación de las aguas a lo largo del corredor.	Su principal impacto ambiental radica en el manejo y desvío temporal de los cauces. Además se generarán residuos a partir de las actividades constructivas de cada estructura.	SI	Alteración del drenaje natural, cambio del uso de suelo
	Transporte de materiales de escombros	El transporte de escombros hace referencia a todos los residuos que quedan de las excavaciones realizadas en actividades como la explanación, canales o derrumbes, que se tendrán que ser transportados a lugares dispuestos para su disposición.	El transporte genera impactos debido a la generación de contaminantes atmosféricos debido al material particulado de los vehículos. Por otro lado se tiene contaminaciones de ruido, emisiones de gases o vibraciones.	SI	- Cambio en la calidad del aire , cambio a la movilidad y acceso a predios, cambio en los niveles de ruido y aumento de la accidentalidad
<b>Actividades de cierre o abandono</b>	Desmantelamiento y abandono de instalaciones temporales	Al final de cada obra o proyecto es necesario el retiro o desmantelamiento de campamentos o asentamientos temporales necesarios para la construcción de la obra.	Los principales impactos se deben a residuos o escombros restantes al abandonar las instalaciones, los cuales también pueden generar conflictos sociales con la comunidad.	SI	- Cambio de uso del suelo y conflicto con las comunidades
	Recuperación áreas intervenidas	En lugares donde hubo necesaria una intervención para la buena ejecución en la etapa de construcción de la obra, es necesario realizar una rehabilitación o recuperación de estas áreas.	Impactos generados directamente de la disposición tanto de residuos orgánicos y sólidos.	SI	- Alteración de la capa orgánica del suelo
	Limpieza final del sitio de los trabajos	Luego del desmantelamiento de las instalaciones, se debe retirar los equipos, materiales sobrantes o escombros generados en estas áreas, dejando el sitio limpio en su totalidad sin presencia de estas variables.	Al realizar la limpieza, es posible los impactos generados al uso inadecuado de estos productos sobrantes de la obra.	SI	- Disminución de la cobertura vegetal y alteración en las poblaciones de fauna
	Actividades sociales de cierre	Comprende actividades sociales con las comunidades presentes en el área de influencia, las personas beneficiadas tanto directas como indirectas, realizando diferentes reuniones para la socialización frente a las actividades y políticas que deja la obra.	Impactos mayormente sociales con las comunidades y autoridades locales.	SI	- Conflicto con las comunidades, alteración de actividades tradicionales.
	Cerramientos	Esta actividad tiene como fin el suministro de materiales como alambres con postes de madera o concreto para el cerramiento en etapas de la obra referentes al inicio, ejecución o abandono de la misma.	Impactos debido al uso y manejo de los materiales dispuestos para la actividad o impactos sociales donde se involucran las comunidades.	SI	- Conflicto con las comunidades, cambio en la calidad del aire.

## 22.3. PROGRAMAS Y PROYECTOS DE MANEJO AMBIENTAL

### 22.3.1. Desarrollo y Aplicación de la Gestión Ambiental.

Este programa está enfocado en planear y organizar las actividades que involucren un debido manejo ambiental y socioeconómico, las cuales son cruciales en los proyectos y procesos dentro del sector vial. Para esto es necesario que los profesionales que sean contratados cuenten con la suficiente experiencia para atender todas las obligaciones labores que se le asignen a nivel contractual como pueden ser: contar con experiencia y conocimiento en realizar acciones para



promover un buen manejo ambiental dentro de los procesos constructivos de la obra. De igual forma se debe contar con capacitaciones para realizar campañas de concientización ambiental y tener cierta experiencia en la gestión y administración de permisos legales.

#### 22.3.1.1. Conformación del grupo de gestión ambiental

Este proyecto tiene como objetivo garantizar el desarrollo y cumplimiento de las diferentes acciones propuestas en cada programa del PAGA. Para una correcta gestión social y ambiental de acuerdo a los lineamientos y diferentes políticas solicitados por el INVIAS, el contratista debe contar con un personal mínimo para que lleve a cabo los programas de manejo ambiental que se establecieron en el proyecto. Así mismo, el contratista debe garantizar el funcionamiento en cuanto a los requerimientos conforme a lo establecido dentro del pliego de condiciones como la elaboración, actualización y verificación de un PAGA y un sistema de gestión ambiental que garantice los objetivos propuestos dentro del contrato.

#### 22.3.1.2. Capacitación ambiental al personal de obra.

Este proyecto tiene como objetivo capacitar al personal de la obra en su totalidad en aspectos ambientales, sociales y técnicos de la obra. Para lograr una concienciación del personal y del proyecto, se debe realizar una campaña constante de sensibilización con el fin de evitar acciones que perjudiquen y alteren el medio ambiente del área de influencia.

*Tabla 22. Listado de posibles temas de capacitación*

Tema	Alcance	Dirigido a	Responsable
<b>Técnica</b>	Alcance técnico del proyecto (tipo de obra, especificaciones técnicas a aplicar, cantidades de obra y presupuesto de obra, etc.) Capacitación de carácter obligatorio para la presentación del PAGA.	Profesionales del proyecto (ambiental, social y técnicos). Capacitación de carácter obligatorio para la presentación del PAGA.	Director de obra del proyecto
<b>Ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de flora y fauna.</li> <li>• Protección de Ecosistemas sensibles o de manejo especial.</li> <li>• Manejo de materiales de construcción y concreto.</li> <li>• Manejo integral de residuos líquidos, escombros, residuos reciclables y basuras.</li> <li>• Manejo de señalización y manejo de tráfico.</li> <li>• Normas ambientales, sanciones por el incumplimiento y delitos ambientales.</li> <li>• Importancia de la Biodiversidad.</li> </ul>	A todo el personal de obra: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel Directivo</li> <li>• Nivel técnico</li> <li>• Nivel operativo</li> </ul>	Especialista ambiental del proyecto.
<b>Social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciones con la comunidad.</li> <li>• Manejo para los hallazgos arqueológicos.</li> <li>• Manejo de conflictos.</li> </ul>	Al personal de obra: operarios de maquinaria y equipos, maestros, ayudantes, obreros, así como a los profesionales.	Especialista social del proyecto.

Fuente: INVIAS

Dentro del PAGA se debe establecer un cronograma en el cual se indiquen las fechas de los programas de capacitación. Estas actividades se realizan sin ningún costo para el personal de la obra y se deben llevar a cabo en sitios cerrados que cuenten con el material y comodidades suficientes para transmitir los aspectos técnicos, ambientales y sociales al personal de la obra (Tabla 22).

### 22.3.1.3. Cumplimiento requerimientos legales

Tiene como objetivo cumplir con la normatividad referente a los mecanismos de control social, participación y atención a las solicitudes de información que se requieran en temas de licencias, autorizaciones y permisos cuando se realice una intervención en los recursos que requiera la obra. A continuación, se muestran algunos de los permisos más comunes que se requiere para el óptimo funcionamiento de cualquier proyecto vial:

*Tabla 23. Tipos de permisos más comunes requeridos para el funcionamiento de un proyecto vial*

Recurso Natural a Afectar	Tipos de Permisos	Entidad que lo Otorga
Agua	Permiso ocupación de cauces – temporal o permanente.	Autoridad Ambiental
	Permiso concesión de agua.	Autoridad Ambiental
	Permiso vertimientos.	Autoridad Ambiental
Forestal	Permiso de aprovechamiento forestal y/o manejo de la vegetación.	Autoridad Ambiental
	Permiso levantamiento de veda	MAVDT y Corporaciones
	Permiso de aprovechamiento forestal y/o manejo de la vegetación.	MAVDT
Aire	Permisos emisiones para el funcionamiento de las plantas de triturados, asfalto y concreto.	Autoridad Ambiental
	Trabajos nocturnos en zonas urbanas.	Alcaldía
Suelo	Título minero y licencia ambiental para explotación de materiales.	INGEOMINAS y Autoridad Ambiental
	Autorización de Sitios de disposición de materiales sobrantes.	Planeación Municipal y/o Autoridad Ambiental
	Permiso para ubicación temporal de campamentos.	Propietario del predio o Alcaldía
	Permiso cierres temporales de vías.	INVIAS

Fuente: INVIAS

Previo al inicio de la obra se debe realizar una verificación de los lineamientos legales que se requieran. Debido a esto, es necesario obtener los permisos y licencias que se necesiten para llevar a cabo la misma (Tabla 23); esta labor la debe realizar el contratista, el cual tendrá que verificar y cumplir con los actos administrativos con el fin de otorgar la licencia ambiental. Así mismo, debe entregar los formatos requeridos ante las autoridades ambientales competentes y presentar actualizaciones periódicas mediante informes, reportando sobre el cumplimiento del mismo, ya que estos documentos serán corroborados por parte de la interventoría.



### **22.3.2. Programa Actividades Constructivas**

Este programa está orientado a promover acciones para mitigar y prevenir impactos ambientales que puedan ocurrir durante el desarrollo del proyecto. Esto se realizará mediante acciones de manejo integral del material de construcción, disposición de residuos sólidos, escombros y lodos con el fin de dar cumplimiento a las políticas de manejo ambiental.

#### **22.3.2.1. Proyecto de manejo integral de materiales de construcción**

Este proyecto tiene como objetivo mitigar, controlar y prevenir impactos ambientales que se puedan generar debido al manejo de materiales constructivos. Dichos materiales tienen diversos orígenes y procesos como lo son los materiales pétreos que son explotados en minas y canteras. De igual forma, se encuentran materiales granulares como grava y arena. Dentro del PAGA se debe presentar un listado con los materiales que se utilizarán junto con sus cantidades y los sitios de disposición de estos.

Primero se encuentran los materiales pétreos, los cuales no se deben almacenar en el frente de la obra para no generar obstáculos en el funcionamiento de esta. Estos tienen que almacenarse en sitios estratégicos y cubrirse con el material que el contratista determine adecuado junto con la aprobación de la interventoría. Lo anterior tendrá como objetivo, prevenir impactos a causa de la erosión del material particulado y arrastre de estos a cuerpos de agua.

Luego se encuentran las medidas para el manejo del concreto en el cual se establece que los sacos de cemento se deben almacenar en sitios secos y aislados. El personal que lo manipule debe contar con elementos de protección para evitar daños en la piel que pueden causar infecciones y hemorragias. También, se establecen medidas al momento de realizar la mezcla del cemento, el transporte y la manipulación del mismo con el objetivo de garantizar buenas condiciones y previniendo accidentes que puedan afectar al medio ambiente y al personal de la obra.

Después, se establecen las medidas para el manejo y almacenamiento del asfalto, el cual debe ser techado con un material de alto calibre con el fin de prevenir la dispersión del material particulado. De igual forma, debe contar con un sistema de contención a base de ladrillo. También, se dispondrán de sitios adecuados para la disposición de los residuos de asfalto, donde no se pueden ubicar en el frente de la obra debido a que, en épocas de lluvia, los residuos podrían ser arrastrados a cuerpos de agua contaminando al ecosistema.

Finalmente se proponen medidas para el manejo de prefabricados, los cuales se deben almacenar en un sitio de acopio establecido. Así mismo, la tubería y hierro

que quede expuesto debe ser aislado en áreas que cuenten con un cerramiento de malla y cinta. Esto deberá ser señalizado indicando el peligro que pueda generar a causa de las condiciones climáticas en las que se encuentre el área de construcción.

### 22.3.2.2. Proyecto de explotación fuentes de materiales

Este proyecto tiene como objetivo determinar las medidas mínimas que se consideren durante la explotación de materiales. De igual forma, se establecerán los lineamientos para obtener las licencias temporales.

*Tabla 24. Documentos requeridos para licencia de explotación*

Sitio de Explotación	Alcance	Documentos
Con permisos existentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A concesionarios de licencias mineras</li> <li>• Comunidades Étnicas</li> </ul>	Título minero vigente  Licencia ambiental otorgada por la autoridad.  Certificación de las comunidades étnicas.
Autorización Temporal para Extracción de Materiales de Construcción	Cuando se requiere de un permiso temporal, se debe solicitar ante LA AUTORIDAD MINERA VIGENTE, LA CONCESIÓN MINERA.  Obtenida la Resolución de concesión, se deben hacer los trámites ante la Autoridad Ambiental para obtener la LICENCIA AMBIENTAL para la explotación de la fuente.  HASTA TANTO NO SE CUENTE CON LOS ACTOS ADMINISTRATIVOS NO SE PUEDE DAR INICIO A LA EXPLOTACIÓN.	

Fuente: INVIAS

Dentro del PAGA se debe anexar una copia de los actos administrativos que adjudican los permisos, los cuales deben estar vigentes, puesto que, al momento de adquirir los materiales necesarios para llevar a cabo la obra, estos deben obtenerse mediante las concesiones mineras o directamente por el contratista. Además, el contratista debe presentar los documentos que avalen el origen de dichos materiales junto con la licencia ambiental de la explotación del mismo. En la tabla 24 se indican los diferentes documentos que se requieren para la licencia de explotación.

### 22.3.2.3. Proyecto de señalización de frentes de obras y sitios temporales.

Este proyecto tiene como objetivo prevenir los impactos que se puedan generar debido a la falta de señalización en la obra y en los sitios de instalación temporal. Para esto se deberá realizar el cerramiento de las áreas de la obra y emplear una malla sintética que demarque toda el área del frente de la obra. Todos estos

elementos deberán estar limpios y en buenas condiciones durante el desarrollo del proyecto.

La señalización que se use debe contar con material plástico de color naranja con protección UV, los cuales tienen que ser reciclables y contar con las dimensiones y diseños especificados en la norma correspondiente.

#### 22.3.2.4. Proyecto de manejo y disposición final de escombros y lodos

El presente proyecto tiene como fin promover acciones para mitigar y prevenir impactos ambientales que puedan ocurrir durante el desarrollo del proyecto debido a la disposición de escombros. Lo anterior, mediante el cumplimiento de las normas establecidas para el manejo, transporte y disposición de dichos escombros.

*Tabla 25. Tipos, características y alternativas de reducción de los residuos sólidos generados durante las actividades constructivas*

Tipo de Residuo	Características	Alternativa de Reducción
<b>Escombros</b>	Material arcilloso, rocoso o granular proveniente de las excavaciones y que no cumple con las especificaciones técnicas para ser utilizado como material de obras; a los residuos de demoliciones de estructuras existentes. Son aprovechables siempre y cuando no estén contaminados.	En la ejecución de las actividades excavación se debe realizar la separación del material de relleno del suelo subyacente, que se puede reutilizar en el mismo proyecto, no pueden estar contaminados.
<b>Sobrantes de Material de Descapote</b>	Se refiere al material orgánico proveniente de las actividades de desmonte y descapote. Se consideran residuos aprovechables biodegradables.	El suelo orgánico mineral debe ser separado con el fin de conservarlo para reutilizarlo en las actividades de restauración de áreas intervenidas y revegetalización final.
<b>Lodos</b>	Se denomina lodo a los residuos con alto porcentaje de humedad, provenientes de las piscinas de las plantas de concreto y trituración o de otras actividades. Son clasificados como residuos aprovechables.	El lodo puede ser secado y reutilizado para rellenos de antiguas canteras o para nivelación topográfica.

Fuente: INVIAS

En las obras se generan residuos sólidos durante las actividades de descapote, demolición, excavación y remoción, los cuales deben ser manejados y transportados desde su sitio de origen hasta el sitio en donde se realizará la disposición de estos. En virtud de lo anterior, se proponen alternativas de reducción de residuos en la tabla 25 de acuerdo con cada tipo de residuo.

#### 22.3.3. Programa Gestión Hídrica

Este programa comprende 2 proyectos que involucran las medidas para el manejo de aguas superficiales y residuos líquidos domésticos e industriales que se puedan generar durante las actividades del proyecto.

#### **22.3.3.1. Proyecto de manejo de aguas superficiales**

El presente proyecto tiene como objetivo promover acciones para mitigar y prevenir impactos ambientales que puedan ocurrir durante el desarrollo del proyecto sobre las aguas superficiales mediante el cumplimiento de las normas establecidas para el manejo, transporte y uso del recurso hídrico.

Estas acciones están orientadas a proteger y dar un correcto uso de las aguas superficiales. Para esto, se requieren realizar proyectos donde se relacionen con la captación y transporte del caudal por medio de estructuras hidráulicas como alcantarillas. Por esto, se recomienda que, en las obras aledañas a cuerpos de agua, se tomen medidas para la protección de estas corrientes con el fin de evitar contaminación a causa del arrastre de material particulado sobre el mismo.

También se debe supervisar durante la ejecución del proyecto los cruces de ríos con la vía para detectar de forma oportuna la contaminación en estos cuerpos de agua a causa del material particulado por residuos sólidos, grasas, aceites, entre otros. Con esto se podrá proponer y ejecutar medidas para mitigar los impactos que se identificaron.

#### **22.3.3.2. Proyecto de manejo de residuos líquidos domésticos e industriales**

El proyecto tiene como objetivo promover acciones para mitigar y prevenir impactos ambientales que puedan ocurrir durante el desarrollo del proyecto sobre el manejo de residuos líquidos domésticos e industriales en todos los sitios donde se formen aguas residuales, mediante el cumplimiento de las normas establecidas para el manejo, transporte y uso del recurso hídrico. Para esto se tendrá que obtener un permiso por parte de la autoridad ambiental cuando se requiera verter aguas residuales sobre cuerpos de agua.

Para las aguas residuales domésticas deberán de estar compuestas como mínimo por al menos una trampa de grasas, en el caso de que no se tenga acceso a un sistema de alcantarillado. Estas aguas residuales deberán contar con un eficiente sistema de tratamiento, el cual debe ser instalado y probado previo a ponerlo al servicio de la comunidad, y la selección del sistema de tratamiento más adecuado será determinado en base a normas ambientales y costos de mantenimiento y operación.

El manejo de las aguas residuales industriales será por medio de al menos una trampa de grasas y un sedimentador, puesto que, cuando se presenten lluvias estas serán interceptadas por la trampa de grasas y finalmente serán entregadas al sedimentador, cabe recalcar que cuando se generen residuos de cualquier tipo,

estos se tendrán que entregar a las entidades encargadas de la recepción y tratamiento de dichos residuos.

#### **22.3.4. Programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos**

El programa de biodiversidad y servicios ecosistémicos está orientado hacia la protección de la biodiversidad, el correcto funcionamiento de los ecosistemas presentes y generación de servicios para el aprovechamiento de estos. Este programa cuenta con estrategias que permiten maximizar los beneficios durante el manejo y gestión de los impactos que se presentan en la obra vial siempre y cuando se cumpla con el objetivo de mantener el control de la biodiversidad.

##### **22.3.4.1. Proyecto de manejo del descapote y cobertura vegetal.**

Este proyecto tiene como objetivo mantener y prevenir la pérdida de la cobertura vegetal, reutilizar la mayor cantidad de material producto del descapote y determinar el alcance para la tala.

Durante el PAGA se deben categorizar las áreas de influencia del proyecto con el objetivo de establecer el tipo de cobertura vegetal existente en la zona. Posteriormente, es necesario determinar el alcance de afectación de la cobertura vegetal, mediante el cual, se solicitan los permisos referentes al manejo de la cobertura vegetal ante la autoridad ambiental.

Para el manejo del material vegetal de desmonte y descapote se debe limitar únicamente las áreas delimitadas en la obra, las cuales deben ser previamente aprobadas por la interventoría. Estas actividades comprenden la tala, remoción y limpieza de zonas de cobertura vegetal que generalmente se presentan en forma de bosque. También, se recomienda que estas actividades se realicen de forma manual para evitar daños a servicios públicos, estructuras y propiedades cuyo deterioro no está contemplado durante la ejecución del proyecto.

La disposición final de residuos vegetales se refiere al cargue, transporte y disposición de dichos residuos debido a la tala, poda y desmonte, en donde se presenta una alta cantidad de ramas, madera y follaje que puede o no tener un uso después de culminar el proyecto. Estos residuos vegetales deben ser aprovechados en actividades constructivas que requieran abonos orgánicos, madera u otras actividades de arborización.

##### **22.3.4.2. Proyecto de recuperación de Áreas Afectadas**

Este proyecto tiene como fin recuperar las áreas intervenidas y afectadas a causa de actividades constructivas en la obra. Estas comprenden actividades de

recuperación y rehabilitación para áreas usadas en la disposición del material sobrante, fuentes de materiales, taludes, entre otras.

Las características de la zona de influencia son determinantes al momento de elegir el método por el cual se realizará la recuperación y rehabilitación de la cobertura vegetal que se intervino. Esta actividad la realizará el contratista, el cual debe indicar la metodología y procedimiento que se llevará a cabo bajo criterios de reforestación en cuencas hidrográficas, condiciones técnicas para el establecimiento y la protección vegetal de taludes.

#### **22.3.4.3. Proyecto de protección de fauna.**

El proyecto de protección de fauna tiene como objetivo proteger la fauna existente que se encuentra en el área intervenida de la obra. Para realizar esta labor, el contratista debe contar con una inspección visual del área para así generar acciones en cuanto al rescate y reubicación de las especies que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

Para cumplir con este proyecto se debe realizar una capacitación de educación ambiental a todo el personal de la obra para generar concientización en temas referentes a la normatividad de conducta durante de ejecución del proyecto. Dentro de estos temas se encuentra la forma de actuar ante la presencia de fauna silvestre en la zona y su función en el medio, sanciones para quienes no cumplan la normatividad ambiental, procedimiento para el rescate de las especies y precauciones relacionadas a ahuyentar, perseguir y modificar los sitios de nidificación.

Después se debe delimitar el área de intervención, por lo que el contratista tiene que indicar los sitios en donde se localizan las especies de fauna. Para esto se tendrá un control permanente relacionado al ruido que generan las máquinas y equipos, tránsito de la maquinaria en el área de influencia, restricción en el uso de armas de fuego, prohibición de caza, pesca y comercialización de las especies de fauna silvestre existente.

Posteriormente, se llevarán a cabo las medidas para el rescate y relocalización de la fauna, en donde se tendrá que realizar una revisión bibliográfica de las características de las especies a rescatar. De esta forma, se evaluarán los riesgos que puedan presentar a través de la elaboración de un plano del área del proyecto en donde se ubiquen las especies de fauna.

Finalmente, se deben construir los pasos de fauna con el objetivo de garantizar la conectividad ecológica, permitiendo así que los animales crucen las barreras impuestas por el hombre que puedan ser afectados por el proyecto. La construcción

de los pasos de fauna se debe principalmente a la alteración de las condiciones habituales de movilidad por el desarrollo del proyecto.

#### **22.3.4.4. Proyecto de protección de ecosistemas sensibles**

El objetivo de este proyecto consiste en garantizar la preservación de los diferentes ecosistemas estratégicos que se encuentren dentro del área de influencia de la obra. Estos ecosistemas son definidos por las autoridades ambientales competentes y requieren diversas medidas ambientales que garanticen su prevalencia.

Dentro de la caracterización ambiental que deberá gestionar el contratista ante la autoridad ambiental vigente, se encuentra la categorización de los diferentes componentes bióticos y abióticos, los ecosistemas relacionados con la obra y las medidas ambientales que se implementarán para la preservación de estos.

Existen también unos lineamientos mínimos que debe seguir el contratista, dentro de los cuales se encuentran diferentes medidas de capacitación del personal de la obra para mitigar impactos menores en el ecosistema, prohibición respecto a la instalación de infraestructuras y equipos complementarios dentro del área de influencia de la obra afectada y el control donde se proteja los componentes bióticos y abióticos expuestos.

Así mismo, el contratista es el responsable de aplicar las medidas de recuperación necesarias de los ecosistemas afectados, especificando en el PAGA los diferentes programas para el manejo y apoyo de la restauración de hábitats. Por otro lado, una de las alternativas de recuperación de los ecosistemas es el establecimiento de corredores biológicos, los cuales tienen como objetivo la protección de las especies nativas y la adaptación del medio junto con la obra realizada.

#### **22.3.5. Programa Manejo de Instalaciones Temporales, de Maquinaria y Equipos**

En este programa se establecen los lineamientos y medidas ambientales mínimas que debe implementar el contratista frente a los procesos de instalación, funcionamiento y desmantelación de diferentes instalaciones temporales necesarias durante la ejecución de la obra.

##### **22.3.5.1. Proyecto Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio temporal.**

Teniendo en cuenta que para todo proyecto de infraestructura es necesario establecer diferentes áreas para las instalaciones de acopios de material, de maquinaria o residuos de excavación, el contratista deberá seguir unos lineamientos

mínimos para la instalación adecuada de estas áreas temporales. En cuanto a la prevención de las áreas intervenidas, es recomendable evitar al máximo los cortes de la cobertura vegetal incluyendo el descapote para las áreas donde estarán las instalaciones, limitando la última solamente a áreas, donde estrictamente se necesite la construcción de viviendas, almacenes o talleres.

En la etapa de funcionamiento de las instalaciones temporales, se debe contar con un programa de orden y aseo para prevenir y mitigar la generación de los residuos sólidos tanto reutilizables como reciclables e industriales. En cuanto a los sitios de acopio de material, se debe cubrir el material que genere emisión de partículas y las zonas de estos mismos deberán ir categorizados y señalados.

Una vez finalizada la obra, se debe realizar el debido desmantelamiento de las instalaciones temporales, garantizando la recuperación de las áreas intervenidas dejándolas en las mismas o mejores condiciones iniciales respecto a su estado previo a la instalación.

#### **22.3.5.2. Proyecto de instalación, funcionamiento y desmantelamiento de las instalaciones para la planta de trituración, asfalto o concreto.**

El objetivo del proyecto consiste en la prevención, control y mitigación de los impactos generados en la instalación, operación y desmantelamiento de las plantas de trituración de asfalto y concreto. Cabe aclarar que antes del inicio de la obra, el contratista deberá realizar una gestión frente a las autoridades ambientales y la interventoría en cuanto a los permisos necesarios para la instalación de las plantas, las emisiones atmosféricas generadas, desechos sólidos y alteración de la cobertura vegetal.

Se debe tener en cuenta el sitio donde se instalarán las plantas, los cuales deben considerar la dirección de los vientos y las viviendas aledañas con el fin de evitar la dispersión del particulado. También es necesario reutilizar el agua que se usa para el lavado de los materiales y así evitar el vertimiento en áreas protegidas y tener un sitio adecuado para la disposición de los lodos generados.

Uno de los mayores impactos generados en la instalación de plantas asfálticas y de concreto, tiene que ver con la calidad del aire ya que, al hacer uso de equipos de transporte y procesos constructivos dentro de las mismas plantas, existe una emisión considerable de partículas que contaminan el medio atmosférico. Con este proyecto se recomienda el buen control y mantenimiento de los vehículos usados en esta actividad, así como el monitoreo y seguimiento durante la operación de las plantas con el fin de determinar la mayor fuente de emisión de gases.



### **22.3.5.3. Proyecto de manejo de maquinaria, equipos y vehículos**

El objetivo de este proyecto consiste en la prevención de los impactos generados debido al manejo de los equipos y maquinaria necesaria para el desarrollo de la obra. Antes de iniciar las actividades constructivas es necesario la gestión por parte del contratista para tener al día toda la documentación vigente estipulada en el PAGA del proyecto.

El proyecto contempla los diferentes mantenimientos que se deben realizar respecto a la maquinaria usada, tanto en aspectos preventivos como correctivos. Esto tendrá como fin garantizar el buen funcionamiento de los equipos durante las etapas de construcción previas, ejecución y desmantelamiento de la obra. También se recomienda el manejo adecuado que se le debe dar por parte del personal de la obra, así como el procedimiento apto para el abastecimiento y almacenamiento de combustible.

### **22.3.6. Programas de Gestión Social**

El objetivo de este programa consiste en la formulación de diferentes proyectos y estrategias encaminadas a involucrar los diferentes actores afectados y beneficiados por el proyecto. Dentro de estos actores se encuentran las comunidades del área de influencia directa (AID), las autoridades de los municipios y diferentes corregimientos, las Juntas de Acción Comunal, entre otros. Este programa se estructura en diferentes proyectos de gestión social no solo para evitar conflictos con las comunidades, sino beneficiar a los actores principales como lo son las mismas comunidades, el contratista y el INVIAS.

#### **22.3.6.1. Proyecto de Atención a la Comunidad.**

El objetivo principal radica en dar respuesta a las manifestaciones, reclamos, quejas que tengan los actores afectados por el proyecto, así como la comunidad misma. Dentro del proyecto se encuentra la instalación de una oficina informativa como el SAU (Servicio de Atención al Usuario) por parte del contratista, que tendrá como objetivo, brindar la información necesaria a la comunidad frente a la obra. Esta instalación tendrá que entrar en funcionamiento en las etapas previas a la ejecución de la obra, donde se adelantarán reuniones iniciales de gestión social y divulgación frente al proyecto que se pondrá en marcha.

Al igual que el SAU, se deberá implementar un Sistema de Atención a la Comunidad, que tendrá como propósito llevar a cabo procesos donde se evite la generación de conflictos con la comunidad, así como dar respuesta inmediata a las manifestaciones e inquietudes derivadas de los procesos y actividades de la obra.

### **22.3.6.2. Proyecto de Información y Divulgación.**

Este proyecto se basa en brindar la información necesaria a la población del área de influencia directa del proyecto, así como a los actores principales y autoridades locales de la zona. Uno de los principales puntos del proyecto hace referencia a las acciones informativas que tendrán que darse mediante reuniones al inicio, durante y al finalizar la obra. En estas reuniones se tendrá en cuenta la socialización del Plan de Manejo Ambiental, la presentación de los procedimientos a seguir respecto al manejo de acceso a predios, cambios en la movilidad, atención a las manifestaciones, programas de gestión social, entre otros.

Por otro lado, las acciones de divulgación se relacionan a la elaboración de diferentes medios informativos para ser distribuidos a los actores y comunidades afectadas por la obra. Dentro de estos recursos se encuentran la generación y elaboración de volantes informativos y cartas personalizadas.

### **22.3.6.3. Proyecto para el Manejo de La Infraestructura de Predios y Servicios Públicos**

El proyecto consiste en realizar un debido registro acerca del estado físico de la infraestructura actual, previo a las actividades constructivas. Esto con el fin de evitar conflictos con las comunidades. El proyecto se basa en 3 actividades principales como lo son el levantamiento de actas de vecindad, la elaboración de actas de compromiso y afectación de la infraestructura de servicios públicos.

La primera tiene que ver con el registro del estado actual de la infraestructura del área de influencia y en los sitios donde el contratista necesita hacer uso de manera temporal. Lo anterior, tiene como fin salvaguardar a la entidad responsable de reclamaciones futuras que se puedan presentar respecto al estado de la infraestructura.

La segunda consiste en la generación de actas de compromiso donde se establezcan los acuerdos y condiciones de uso que tendrán los predios afectados y aledaños. Dentro de las actas se deben especificar condiciones económicas del uso, registro fotográfico, tiempo de ocupación y entrega de predios, nombre de la actividad que se realizará, entre otros aspectos.

La tercera contempla las diferentes medidas que se deben implementar para evitar afectación en los servicios públicos dentro de las cuales se encuentran planes de contingencia en caso de cortes en los servicios y programas de información ante intervenciones futuras.

#### **22.3.6.4. Proyecto de Recuperación del Derecho de Vía**

El proyecto de recuperación de vía contempla toda la gestión social respecto a las actividades económicas informales que se encuentran a lo largo de la vía y tiene como fin brindar diferentes capacitaciones, realización de censos y asesorías para garantizar un traslado responsable y efectivo de todas las actividades informales para no generar congestión de asentamientos a lo largo de la vía y no entorpecer las actividades constructivas que se requieran realizar. Dentro de sus principales acciones se encuentran la formalización de los negocios brindando un acompañamiento social y responsable.

#### **22.3.6.5. Proyecto de Cultura Vial y Participación Comunitaria.**

El proyecto consiste en la generación de diversas estrategias para sensibilizar y educar a la población beneficiaria de la obra, todos los actores y autoridades involucrados para promover la participación efectiva frente a las acciones que se deben tomar para el buen desarrollo y funcionamiento de la obra. Una de las vías principales para el cumplimiento del proyecto tiene que ver con el buen desarrollo de talleres pedagógicos de sostenibilidad, que tienen como propósito brindar y aportar información acerca de temáticas relacionadas al entorno físico, biótico y social que contribuyan a la participación de la población del área de influencia directa y garantizar la sostenibilidad de la obra.

Por otro lado, se debe establecer y consolidar un comité de participación comunitaria, donde se vean involucrados actores como los líderes comunitarios (JAC) y algunas personas de la zona directa de influencia. Tendrá como fin ser una vía comunicativa directa entre el contratista y la comunidad para tratar temas relacionados a reclamos, quejas u observaciones frente a la obra.

#### **22.3.6.6. Proyecto de Contratación Mano de Obra.**

El proyecto tiene como objetivo la contratación de la mano de obra directa de la población del área de influencia con el propósito de generar ingresos en los hogares de la comunidad y evitar la migración de población ajena al municipio que se pueda integrar al desarrollo de la obra. Esta migración puede generar impactos negativos que podrían traer como consecuencia la disminución de la calidad de vida de los residentes locales del municipio. Para la selección de la mano de obra, se tendrá el apoyo del SENA, la alcaldía municipal y la Junta de Acción Comunal (JAC), realizando todos los trámites necesarios para el vinculamiento del personal.

#### **22.3.6.7. Proyecto Protección al Patrimonio Arqueológico y Cultural**

El proyecto se basa en la realización de los trámites correspondientes para la protección del patrimonio arqueológico y cultural de la Nación con el fin de evitar conflictos con la comunidad, sanciones o suspensión de la obra. El contratista deberá responsabilizarse de toda la gestión necesaria para establecer los bienes de interés cultural y religioso de la Nación que se encuentren ubicados dentro de la zona de influencia de la obra. Se deberá solicitar al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), la certificación correspondiente acerca del estado actual del patrimonio cultural con el objetivo de gestionar acciones preventivas y darle el debido manejo arqueológico durante el desarrollo de la obra.

#### **22.3.6.8. Proyecto de Gestión Socio Predial**

El proyecto de gestión socio predial hace referencia al traslado de las unidades sociales, las cuales se definen como un grupo de población que tiene un alto grado de vulnerabilidad, lo que significa un desmejoramiento social y económico al ser trasladados debido al desarrollo y ejecución de la obra. El proyecto pretende mantener o mejorar las condiciones de vida de estas unidades sociales, brindándoles medidas de compensación social para prevenir los impactos debido al traslado. Dentro del proyecto, se debe llevar a cabo un procedimiento a cargo del contratista, donde se realizarán actividades diagnósticas, identificación de áreas de influencia directa, viviendas y construcciones, establecimiento de factores socioeconómicos y programas de acompañamiento social.